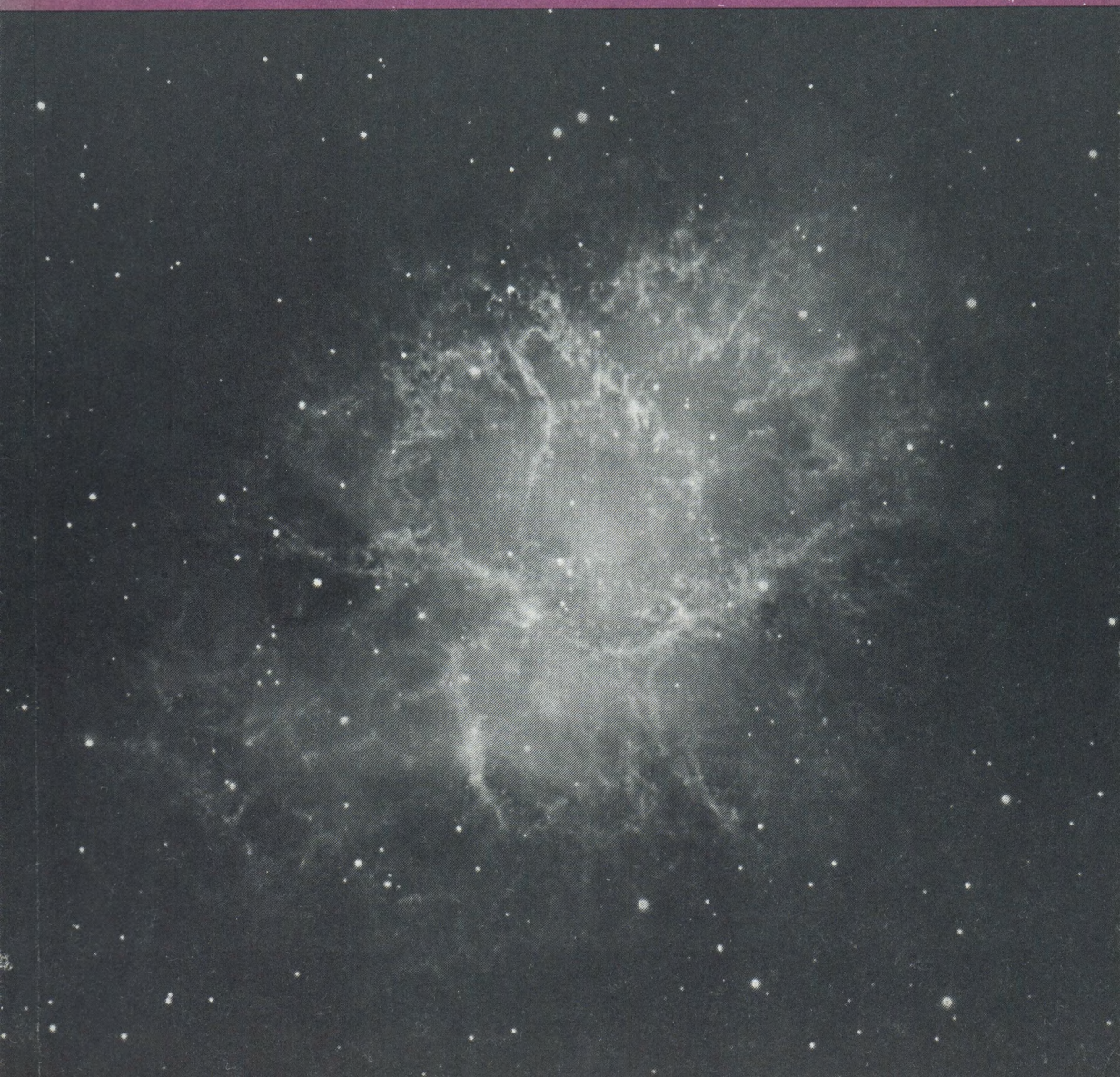


ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

МАРТ-АПРЕЛЬ 2/2000





ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Научно-популярный журнал  
Российской академии наук  
и Астрономо-геодезического  
общества

Издается с января

1965 года

Академиздатцентр "Наука"

Москва

# Земля и Вселенная

2/2000



**Новости науки и другая информация:** Новые книги [17, 61, 80]; Наблюдения ранней Вселенной [25]; Следы гигантского цунами [27]; Премия им. А.П. Виноградова 1999 г. [36]; Беглые астероиды [50]; Снова гремит Кракатау... [69]; Оптические выбросы в радиогалактиках [70]; Солнце в октябре-ноябре 1999 года [77]; Призыв Фонда сохранения станции "Мир" [83]; Из подводного вулкана родился "остров-призрак" [88]; Эксперимент по космической медицине [89]; ФОРС – инструменты-близнецы [91]; Наблюдения с дрейфующего ледокола [92]; Великие озера теряют воду [92]; "Хаббловское наследие" [93]; Шкала астероидной опасности [93]; Натриевый хвост Луны [94]; Причина иссушения Африки [96]

## В номере:

- 3 ПОПОВ С.Б. Новорожденные нейтронные звезды
- 9 ВИТЯЗЕВ А.В. Импаkты в ранней и современной истории Земли
- 18 КУЗНЕЦОВ В.Д. Космические проекты ИЗМИРАН

## ЛЮДИ НАУКИ

- 26 Памяти Андрея Аркадьевича Аксенова
- 28 ШЕВЧЕНКО В.В., РОДИОНОВА Ж.Ф. Юрий Наумович Липский (к 90-летию со дня рождения)
- 34 ОСИПКОВ Л.П. Награда – российскому астроному
- 37 ЕСАКОВ В.А., МАРКИН В.А. Александр фон Гумбольдт

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 46 ГАВРИЛОВ М.Г. Третья Международная астрономическая олимпиада

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 51 ХОЗИН Г.С. Россия в мировой космонавтике

## НАШИ ИНТЕРВЬЮ

- 60 На вопрос редакции отвечает руководитель Федеральной службы геодезии и картографии А.А. Дразнюк

## ИСТОРИЯ НАУКИ

- 62 ЧАЙКОВСКИЙ Ю.В. Север Азии известен с XVI века?

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 71 НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: май-июнь 2000 г.
- 74 ТЕРЕЩЕНКО И.А. Мои наблюдения Солнца

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 78 ДОБРЮЛОВ С.А. Все моря планеты
- 81 ЮРЕВИЧ В.А. Космическая угроза

## ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 84 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С. Июль-ноябрь 1999 г.

## ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 86 ЛЕВИТАН Е.П. Живем ли мы уже в XXI веке?



© Академиздатцентр "Наука"  
Российская академия наук  
журнал "Земля и Вселенная" № 2, 2000 г.

**На стр. 1 обложки:** Крабовидная туманность, в которой находится самый известный всеволновой пульсар с периодом 0,033 с. Снимок получен на Втором зеркале (KUEYEN) Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории с помощью прибора ФОРС-2 10 ноября 1999 г. Поле зрения 6,8' × 6,8'. (К статье С.Б. Попова и к информации на с. 91)

**На стр. 2 обложки:** Участок восточного побережья Каспийского моря. Снимок получен с искусственного спутника Земли "Фотон"

**На стр. 3 обложки:** Центральная часть спиральной галактики М83 (созвездие Гидры, блеск 8,4<sup>m</sup>, размер 11' × 9', расстояние 7 Мпк, тип Sc). Снимок сделан в марте 1999 г. с помощью прибора ФОРС-1 на Первом зеркале (ANTU) Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории (гора Параналь, Чили). Это композиция трех изображений, полученных в различных длинах волн (429 нм, 657 нм и 768 нм при выдержках 10, 3 и 3 мин соответственно). Поле зрения 6,8' × 6,8'. Север вверху, восток слева (к с. 91)

**На стр. 4 обложки:** Метеорологический спутник второго поколения "Метеосат" ("MSG") Европейского космического агентства. Первый из трех таких КА планируют запустить на геостационарную орбиту в середине 2000 г. По сравнению с первым поколением расширен спектральный диапазон, увеличена разрешающая способность

## In this issue:

- 3 POPOV S.B. Nev-born neutron stars
- 9 VITYAZEV A.B. Impacts in an early and modern history of the Earth
- 18 KUZNETSOV V.D. Space projects of ISMIRAN

## PEOPLE OF A SCIENCE

- 26 In memory of Andrei Arkadievitsh Acksionov
- 28 SHEVTCHENKO V.V., RODIONOVA G.F. Yuriy Naymovith Lipskiy (to 90-th anniversary of the birth)
- 34 OSIPKOV L.P. An Award to a russian astronomer
- 37 ESAKOV V.A., MARKIN V.A. Alexander von Humboldt

## ASTRONOMICAL EDUCATION

- 46 GAVRILOV M.G. Third international astronomical olympiad

## INTERNATIONAL COOPERATION

- 51 HOZIN G.S. Russia in the global cosmonautics

## OUR INTERVIEWS

- 60 On a question of edition answers the chief of a Federal service of geodesy and cartography A.A. Drazhnyk

## THE HISTORY OF SCIENCE

- 62 TSHAIKOVSKIY Y.V. Is the North of Asia known from the XVI century?

## AMATEUR ASTRONOMY

- 71 Sky calendar: May-June 2000
- 74 TERESHENKO I.A. My supervision of the Sun

## BOOKS ABOUT THE EARTH AND SKY

- 78 DOBROLJUBOV S.A. All seas of a planet
- 81 JUREVITCH V.A. A Space threat

## CHRONICLE OF SEISMICITY OF THE EARTH

- 84 STAROVOIT O.E., THEPKUNAS L.S. July-November 1999 y.

## DOSSIER OF THE CURIOUS

- 86 LEVITAN E.P. Weather are we already living in the XXI century?

## Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора академик РАЕН Е.П. ЛЕВИТАН

доктор географ. наук [А.А. АКСЕНОВ], доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ,

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук

Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

## Новорожденные нейтронные звезды

С.Б. ПОПОВ,

кандидат физико-математических наук ГАИШ МГУ

Вот уже несколько десятилетий нейтронные звезды не сходят с астрономической сцены. Однако до сих пор мы не знаем, какими рождаются эти звезды.

ПУЛЬСАРЫ – НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Существование **нейтронных звезд** предсказано еще в 30-е гг. XX в. Открыты они только в 1967 г. как **радиопульсары** – периодические источники радиоимпульсов (Земля и Вселенная, 1970, № 4; 1971, № 1; 1991, № 1). Долгое время считалось, что радиопульсары и есть типичные молодые нейтронные звезды, и что все нейтронные звезды должны пройти через стадию радиопульсара. Исходя из



этого и делали выводы о начальных параметрах нейтронных звезд, т.е. об основных их свойствах сразу после рождения. Пульсары рождаются при **взрывах сверхновых**, но мы будем называть моментом их появления не сам взрыв, а немного более позднюю стадию, ко-

гда горячая “протонейтронная звезда”, остыв и уменьшившись в размерах в 2-3 раза, переходит в “долгоживущее” состояние обычной нейтронной звезды.

Периоды радиопульсаров заключены, в основном, в диапазоне 0.1-1 с. Пульсары с самыми короткими периодами (менее 30 мс) – миллисекундные – оказались не самыми молодыми, как можно было бы ожидать, а довольно старыми. Они входят или входили в двойные системы, где **аккреция вещества** на пульсар способна раскрутить молодую нейтронную звезду. У этих пульсаров самые слабые магнитные поля (у обычных – порядка  $10^{12}$  Гс).

Из параметров нейтронных звезд наибольший интерес представляют начальные периоды вращения  $p$  (обычный ра-

диопульсар в течение своей жизни замедляет вращение), начальное магнитное поле  $B$ , начальная скорость  $v$  (нейтронная звезда может приобрести огромную скорость вплоть до тысяч километров в секунду при асимметричном взрыве сверхновой либо при распаде двойной системы), начальная масса  $M$  и состояние вещества внутри звезды или уравнение состояния. Рассмотрим подробнее первые три из этих параметров.

Почему же именно они представляют особый интерес? Дело не только в стремлении понять сложные процессы, предшествующие образованию нейтронной звезды. Важно, что нейтронные звезды связаны со многими интересными астрофизическими объектами (например, с рентгеновскими источниками в двойных системах), а для расчета эволюции последних необходимо знать **начальные параметры нейтронных звезд**. Кроме того, если вы, к примеру, захотите оценить число рентгеновских пульсаров в нашей Галактике (Земля и Вселенная, 1995, № 5), вам понадобятся те же исходные данные.

Начнем с возможных вариантов рождения нейтронных звезд, поскольку история, предшествовавшая взрыву сверхновой, наследственность нейтронной звезды, может оказать влияние на всю ее последующую жизнь.

## КАК РОЖДАЮТСЯ НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Как известно, существует предел для максимальной массы белого карлика, названный **чандрасекаровским** в честь индийского астрофизика Субраманьяна Чандрасекара (1910-95), получившего в 1983 г. за свои выдающиеся работы в области релятивистской астрофизики Нобелевскую премию по физике (Земля и Вселенная, 1984, № 3).

Предельная масса вычисляется по формуле:

$$M_{\text{Ch}} = 5.83\mu_e^{-2}M_{\odot},$$

где  $\mu_e$  — молекулярная масса, приходящаяся на один электрон, т.е. масса звезды, деленная на число электронов.

Предел  $M_{\text{Ch}}$  зависит от химического состава белого карлика, и для тяжелых карликов составляет около  $1.4 M_{\odot}$ . Если масса белого карлика постепенно увеличивается, то он может превратиться в нейтронную звезду. Такие события действительно иногда случаются, сопровождаясь взрывом **сверхновой типа Ia**.

Масса белого карлика может возрастать в результате **аккреции**. Вещество, захваченное из межзвездной среды, разогревает его поверхность. При низком темпе аккреции (порядка  $10^{10}$  г/с) можно было бы набрать массу, равную массе Солнца, за время порядка  $10^{16}$  лет, а это на шесть порядков больше времени существования нашей Вселенной.

Иная картина получается, если белый карлик входит в состав **тесной двойной системы**. При заполнении вторым компонентом системы своей полости Роша (Земля и Вселенная, 1999, № 1) мощный поток вещества устремится на белый карлик, аккреция резко возрастет, и его масса может существенно увеличиться даже за миллион лет. Когда масса достигнет чандрасекаровского предела, произойдет переход белого карлика в нейтронную звезду. Возможен также вариант слияния двух белых карликов.

Нейтронные звезды, образующиеся при этих процессах, могут отличаться от тех, которые рождаются в результате взрыва массивной звезды. В процессе эволюции массивные звезды, сжигая все более тяжелые элементы, подходят к потере устойчивости. Происходит фантастический по мощности взрыв — вспышка сверхновой. При этом выделяется энергия порядка  $10^{53}$  эрг, и большая часть ее уносится с потоком нейтрино. В итоге может образоваться нейтронная звезда или черная дыра (но может появиться и т.н. «кварковая», или «странная», звезда, если такие объекты действительно существуют в природе!). Возможно также, что после взрыва вообще не останется никакого компактного объекта.

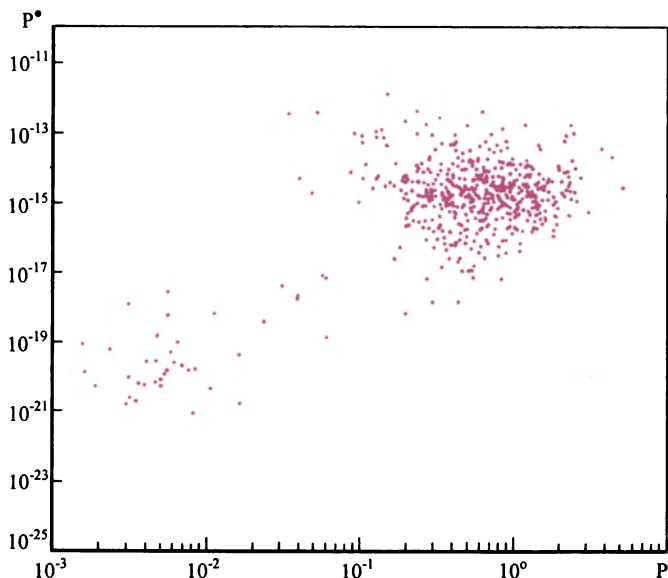
Пока точно неизвестно, из каких звезд образуются нейтронные звезды,

Зависимость между периодом пульсаров и скоростью его изменения. По горизонтальной оси отложены периоды радиопульсаров  $P$ , а по вертикальной – производные периодов,  $\dot{P}$ . В левой нижней части рисунка группируются миллисекундные пульсары

а из каких – черные дыры. Наиболее вероятно следующее: если масса звезды в период ее пребывания на главной последовательности лежала в интервале от 10 до 40  $M_{\odot}$ , то образуется нейтронная звезда, а если масса больше – черная дыра. Скорее всего, в зависимости от прочих параметров звезды в одном и том же интервале массы может осуществиться либо первый, либо второй вариант.

Таким образом, нейтронная звезда может возникнуть или из белого карлика в двойной системе, или из массивной звезды. Добавим, что и массивная звезда может входить в тесную двойную систему. Здесь возможны два варианта: первой взрывается изначально более массивная компонента двойной, даже если часть ее вещества перетекла на соседку. Или может взорваться звезда-соседка, на которую натекло вещество. Не исключено, что это окажет существенное

Распределение пульсаров на плоскости период – магнитное поле. Магнитные поля определены по скорости замедления вращения радиопульсаров

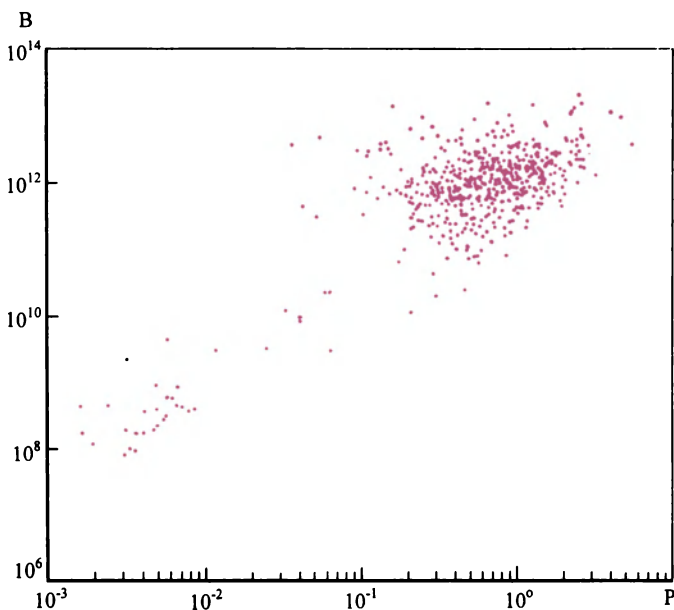


влияние на параметры рождающейся нейтронной звезды.

ЗАЧЕМ ТЕОРЕТИКАМ  
нужны РАЗНЫЕ НЕЙТРОННЫЕ  
ЗВЕЗДЫ?

Так или иначе сформировавшаяся нейтронная звезда начинает жить,

эволюционировать. Изменяется ее период вращения (на различных этапах он может уменьшаться или увеличиваться) и магнитное поле. Если бы астрономы знали условия на нейтронных звездах при их рождении, то могли предсказать, какие



объекты из них получатся в будущем. В реальности все происходит по-другому. Наблюдатели открывают новые астрономические объекты, и для их объяснения приходится придумывать начальные параметры нейтронных звезд и их эволюцию. Для этого и нужны разные нейтронные звезды.

Напомним: астрономия принципиально отличается от других естественных наук тем, что не может проводить эксперименты с объектами своих исследований. Астрономы могут только "подсматривать" за природой. Поэтому многое приходится домысливать, что порождает, как правило, несколько возможностей при объяснении одного явления.

Какое отношение имеет все это к рассматриваемой нами проблеме? Мы наблюдаем те нейтронные звезды, которые легче обнаружить. Видим мы лишь малую (около  $1/1000000$ ) часть нейтронных звезд: примерно 1000 из  $10^8$ - $10^9$  в Галактике. Объяснять невидимые объекты можно самыми разными способами, и здесь приходится придумывать разные варианты исходных данных, которые и будут определять наблюдательные проявления нейтронных звезд.

Прежде всего рассмотрим "ненаблюдаемые" нейтронные звезды в остатках сверхновых. Естественно предположить, что в подавляющем большинстве туманностей (остатков сверхновых)

должны наблюдаться радиопульсары, поскольку звезд в "нейтронообразующем" интервале масс примерно в 10 раз больше, чем звезд в "чернодырнообразующем" интервале. Однако только в окрестностях примерно 30 остатков из 220 обнаружены пульсары. Причем, как показали многочисленные исследования, и эти совпадения могут оказаться случайными. Лишь в семи случаях доказано, что пульсар действительно генетически связан с остатком сверхновой. Как это объяснить?

Во-первых, узконаправленный пучок излучения пульсара может просто проскальзывать мимо наблюдателя, т.е. мимо Земли. Расчеты показывают, что из-за этого эффекта нам видно лишь около трети пульсаров. Во-вторых, за счет больших скоростей (а скорости пульсаров порядка сотен км/с) нейтронные звезды могут значительно удалиться от остатка породившей их сверхновой. Но это не может объяснить более чем 20-кратного дефицита пульсаров. Остается предположить, что не все нейтронные звезды становятся пульсарами или что эта стадия у некоторых из них оказывается чрезвычайно короткой (для сравнения: возраст самых старых туманностей – остатков сверхновых – порядка  $10^5$ - $10^6$  лет).

Эти предположения осуществимы при следующих условиях, которые

могут помешать "огарку" сверхновой стать радиопульсаром:

1. Большие начальные периоды (больше 2 с).

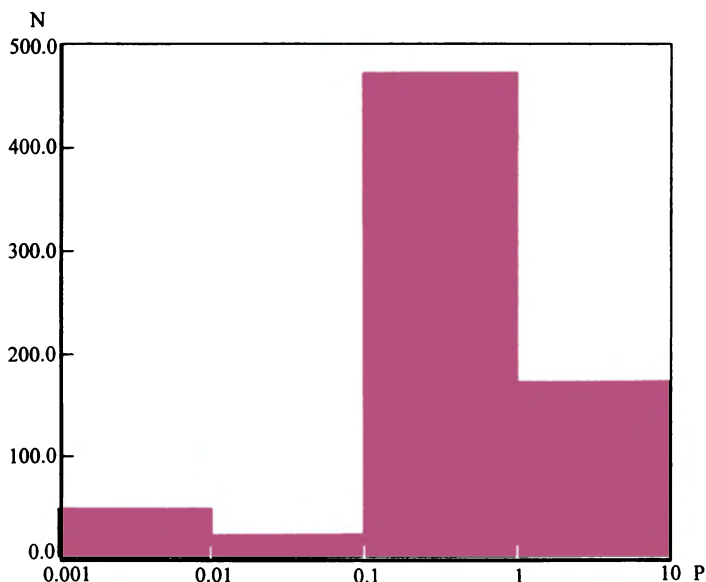
2. Малые начальные магнитные поля (меньше  $10^8$  Гс).

3. Очень большие начальные магнитные поля (больше  $10^{14}$  Гс).

Первая гипотеза связана с интересной идеей, выдвинутой Х. Спруитом и С. Финней. Поскольку для объяснения больших скоростей пульсаров (порядка сотен км/с) требуется **асимметричный взрыв** сверхновой (заметьте, однако, что этот факт оспаривается, хотя и становится постепенно общепринятым), то разумно предположить, что действие его на нейтронную звезду будет несимметричным. В этом случае взрыв увеличит не только скорость движения нейтронной звезды, но и вращения, т.е. "подкрутит" ее. Итак, короткопериодические нейтронные звезды будут иметь большие скорости и наблюдаться как радиопульсары, а долгопериодические – иметь маленькие скорости и не давать радиоимпульсов, т.к. большие скорости и короткие периоды обусловлены одной причиной.

Вторая гипотеза (которую частично разделяет и автор этой статьи) имеет то преимущество, что не требует дополнительного предположения о распаде магнитного поля нейтронной звезды для объяснения небольших магнитных полей рентге-

Распределение пульсаров по периодам. Гистограмма построена для четырех интервалов: от 0.001 с до 0.01, от 0.01 до 0.1, от 0.1 до 1 и от 1 до 10 с. По вертикальной оси отложено число пульсаров в каждом из интервалов



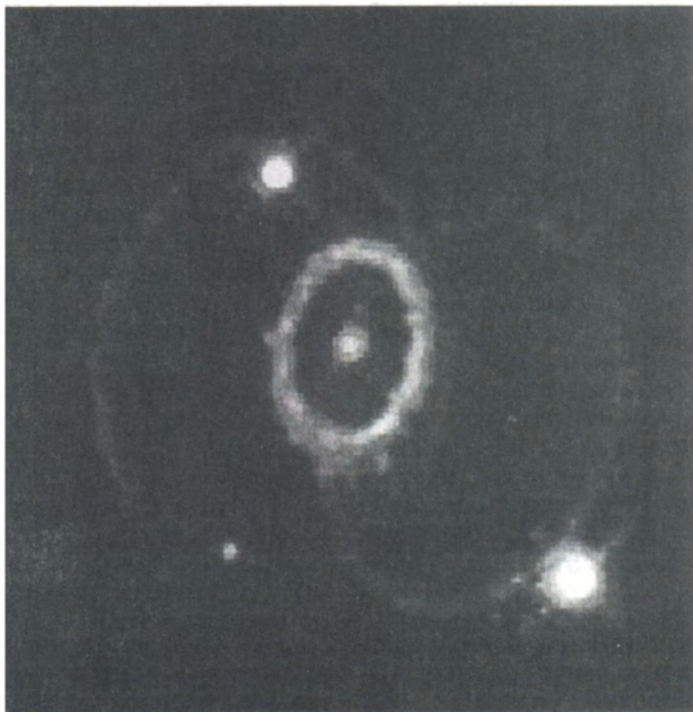
новских барстеров (они были малыми изначально) и некоторых других рентгеновских источников, демонстрирующих квазипериодические осцилляции. Гипотеза объясняет, почему спутник "ROSAT" не наблюдает много одиночных аккрецирующих нейтронных звезд (Земля и Вселенная, 1994, № 3). Радиопульсар не возникает из-за слишком слабого магнитного поля, недостаточного для работы синхротронного механизма, даже если у него короткий период вращения. При этом в молодом остатке сверхновой может находиться горячая нейтронная звезда в виде компактного рентгеновского источника без радиопульсаров.

Третья гипотеза была предложена К. Томпсоном и Р. Дунканом для объяснения источников повторяющихся **гамма-всплесков**. Теперь эта идея применяется при анализе данных об одиночных нейтронных звездах с относительно большими периодами (порядка 10 с, что значительно больше периода пульсаров). Аномальные рентгеновские пульсары имеют как раз такие периоды и, возможно, они и есть нейтронные звезды со сверхсильными

магнитными полями. Недавно был открыт рентгеновский источник RX J0420.0-5022 с периодом 22,7 с. Другой пример такого источника – объект RX J0720.4-3125 с периодом 8,39 с. Альтернативное объяснение свойств этого объекта, без привлечения сверхсильных полей, было предложено Д.Ю. Коненковым и автором статьи (а затем Дж. Вангом в США). Здесь происходит затухание магнитного поля нейтронной звезды в процессе ее эволюции. Наблюдения рентгеновских пульсаров подтверждают, что нейтронные звезды способны иметь очень сильные магнитные поля, больше  $10^{13}$  Гс. Объекты с экстремально большими полями получили название **"магнетары"**, их существование было предсказано в 1992 г., а обнаружены они были в 1998 г. (Земля и Вселенная, 1999, №

2, с. 49). Темп замедления вращения нейтронных звезд в этих двойных системах приводит к выводу, что они обладают мощными магнитосферами. Согласно этой гипотезе, пульсар может возникнуть, но быстро замедлит вращение из-за больших потерь энергии. Данную гипотезу косвенно подтверждают открытия компактных рентгеновских источников в остатках сверхновых, хотя иногда эти источники могут быть связаны не с молодыми, а со старыми нейтронными звездами, как это, видимо, происходит в остатке сверхновой RCW103.

Каждая из гипотез объясняет сразу несколько наблюдаемых феноменов, поэтому выбор между ними чрезвычайно затруднителен. Необходимо получить непосредственную информацию о свойствах нейтронных



*Вспышка сверхновой SN 1987A  
в Большом Магеллановом Об-  
лаке*

ДАЛЕКО ЛИ ПАДАЕТ  
ЯБЛОКО ОТ ЯБЛОНИ,  
ИЛИ ПОИСКИ ЧЕРНОЙ  
КОШКИ В ТЕМНОЙ  
КОМНАТЕ

Итак, мы еще не слышали “первых криков” нейтронных звезд: нет эффективных детекторов гравитационных волн, мы не видим радиопульсаров в самых молодых остатках сверхновых (моложе Крабовидной туманности, например галактические сверхновые 1181 г., 1572 г., 1604 г., 1658 г.). Несмотря на “сигналы ложной тревоги” в статьях разных авторов, пульсар так и не обнаружен в остатке Сверхновой 1987A в Большом Магеллановом Облаке. Следовательно, остается восстанавливать параметры новорожденных нейтронных звезд по наблюдениям уже постаревших объектов. Но их параметры могут сильно изменяться со временем, и старые нейтронные звезды окажутся совсем непохожими на молодые. Молодые же нейтронные звезды часто скрываются от нас, практически не излучая.

Нейтронные звезды рождаются очень разными, а видим мы лишь самые заметные из них. До сих пор не удалось решить проблему начальных параметров нейтронных звезд.

звезд сразу после рождения. Сделать это удастся, по всей видимости, только с помощью детекторов гравитационных волн и нейтринных телескопов, которые донесут до нас “первый крик” новорожденной нейтронной звезды.

Неизвестны скорости нейтронных звезд при рождении. Наблюдения радиопульсаров указывают на высокие скорости, о которых уже было сказано выше, но измерены они лишь для ограниченного числа пульсаров. Кроме этого, пульсары, по всей вероятности, не самые типичные представители мира нейтронных звезд. Изучение нейтронных звезд, входящих

в тесные двойные системы, говорит о меньших скоростях, чем полученные при наблюдениях радиопульсаров. Некоторым авторам удастся согласовать наблюдения даже с гипотезой об отсутствии дополнительной скорости, связанной с асимметричным взрывом сверхновой, а появление высокоскоростных пульсаров объяснить разрывом тесных двойных систем.

Итак, можно предположить, что свойства небольшого числа наблюдаемых нейтронных звезд (в первую очередь радиопульсаров) существенно отличаются от свойств основной массы нейтронных звезд.

## Импакты в ранней и современной истории Земли

А.В. ВИТЯЗЕВ,  
доктор физико-математических наук  
Институт динамики геосфер РАН

Импакт (в переводе с английского “удар, столкновение”) – феномен падения на Землю астероидов, комет или их крупных осколков. Более 150 достоверных ударных (импактных) кратеров обнаружено на Земле. Большая часть крупнейших из них (с диаметром до 150 км) образовалась сотни миллионов и даже миллиарды лет назад при падении на поверхность Земли небесных тел больших размеров. Есть основания полагать, что грандиозные биосферные катастрофы



(массовые вымирания живых организмов), по-видимому, связаны с падением на Землю крупных астероидов.

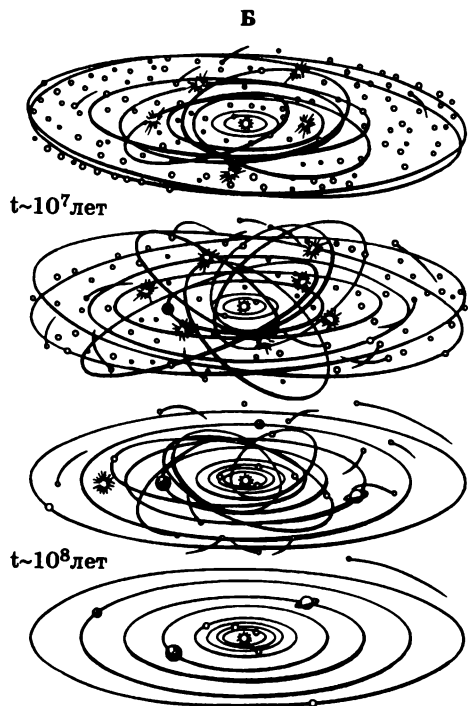
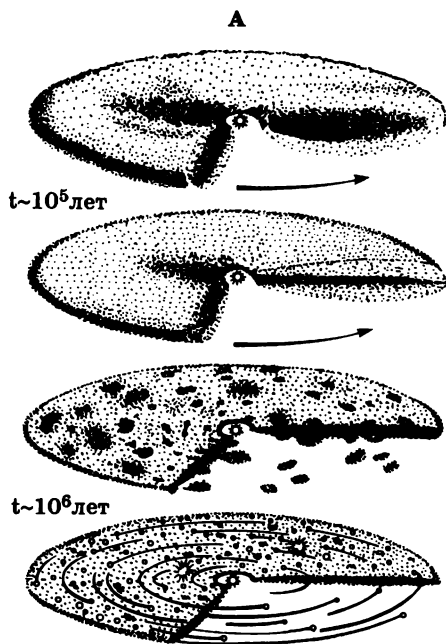
В последние годы внимание широкой публики было привлечено к проблеме астероидной опасности – вероятным столкновениям с крупными космическими телами в будущем и возможными катастрофическими последствиями для крупных регионов земного шара (Земля и Вселенная, 1995, № 4). Автор утверждает, что в прошлом земные эволюционные процессы прерывались под воздействием ударных (импактных) событий. Не избежала их влияния и современная биосфера.

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Обсудим ударные процессы в рамках стандартного сценария **происхождения Солнечной системы**. Этот сценарий – результат усилий исследова-

тельских коллективов и многих ученых. В последнее десятилетие он получил солидную базу данных по газопылевым дискам, наблюдаемым около молодых звезд солнечного типа (Т Тельца).

Первые 0,5 млрд лет истории Земли всегда привлекали внимание многих специалистов в области наук о Земле и планетологии, поскольку комплекс данных и имеющиеся, пока грубые, мо-



дели свидетельствуют в пользу возникновения ядра, мантии, приповерхностных оболочек (первичных кор, атмосфер и гидросфер) именно в этот период.

Расчеты эволюции Земли, Венеры и Марса ведутся, начиная с заключительных стадий их роста. Еще в лаборатории эволюции Земли Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта нам удалось показать, что вся зона планет земной группы, вплоть до пояса астероидов, была **свободной от первичного газа** уже к моменту "набора" зародышами планет менее половины их окончательной массы. Этот вывод заставил исследователей отказаться от ранних моделей, основанных на работах японской школы планетной космогонии. В

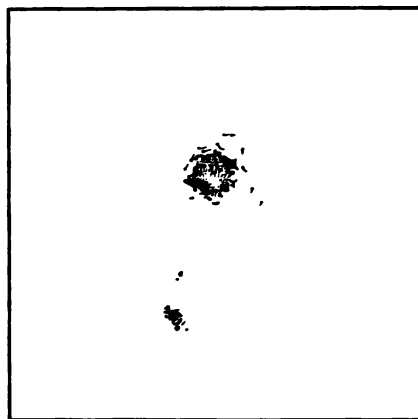
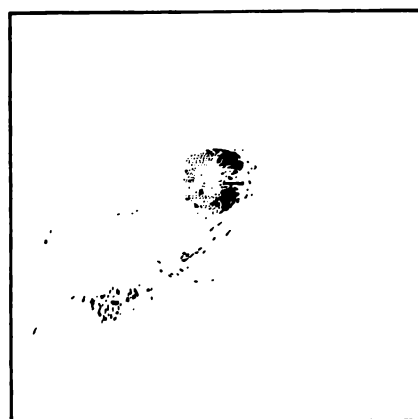
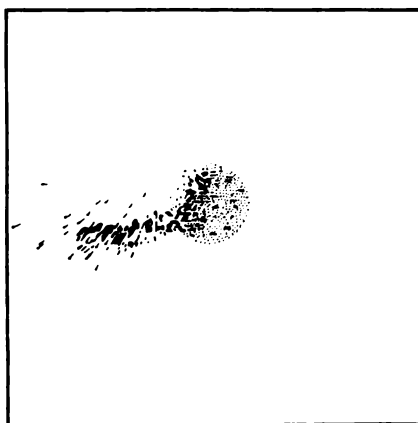
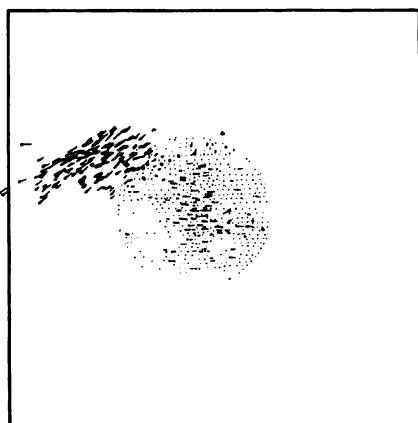
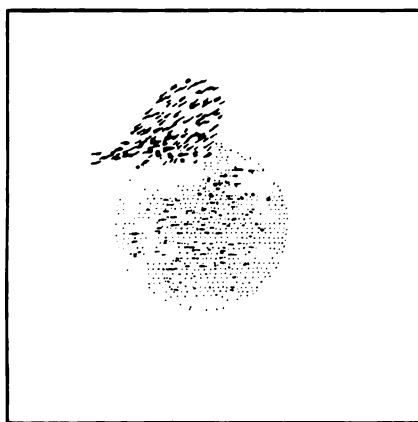
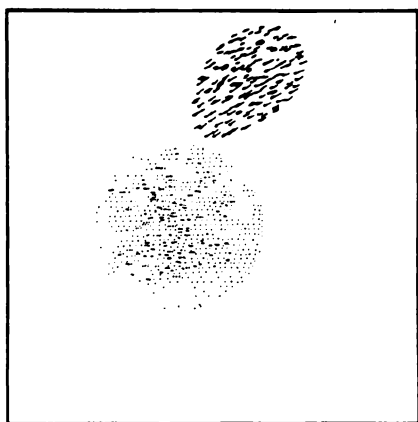
них предполагалась возможность аккреции массивных первичных атмосфер Землей, Венерой и Марсом прямо из газовой фазы допланетного диска.

**Теория роста планет в околосолнечном рое тел**, разработанная в 90-х гг., позволила перейти к более уверенному моделированию процессов в недрах формирующихся планет. Стало возможным, в частности, и описать процесс образования их **первичных ядер и мантий**.

Исследования последних двух десятилетий показали ошибочность ряда работ 50–70-х гг., в которых недооценивались **роль крупных тел в формировании планет** и величина вызванного ими первичного нагрева. Планетологи пришли к выво-

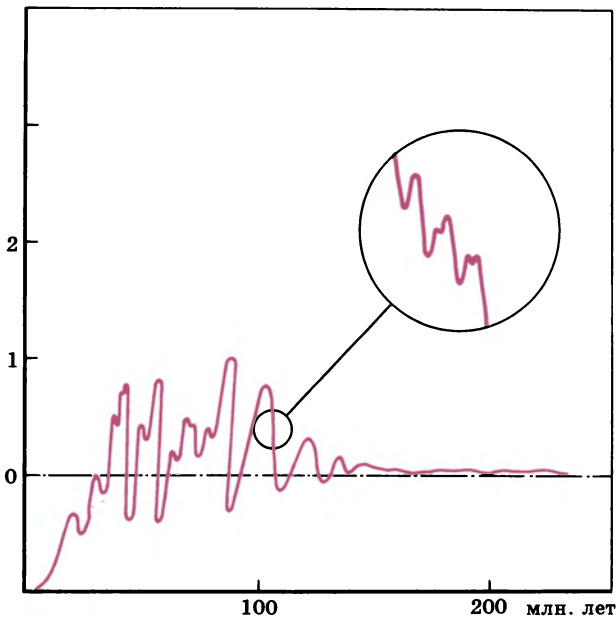
*Основные стадии эволюции допланетного диска, первичная масса которого составляет несколько процентов от массы центральной звезды, а размеры близки к размерам современной планетной системы. А – стадия формирования первых плотных тел: пылевой материал собирается в центральной плоскости, образуя диск, в котором из-за гравитационной неустойчивости возникают пылевые сгущения; Б – стадия столкновений в роях тел, их фрагментация и слияние, сопровождаемые ударной переработкой вещества. Первичный газ рассеивается в межзвездное пространство, вплоть до орбит Юпитера и Сатурна. Выброс вещества выходит за пределы планетной системы, образуя кометное облако Оорта*

ду, что процессы плавления и дифференциации, вызванные ударным нагревом, начались задолго до конца аккумуляции,



Численное моделирование столкновения Протоземли с телом, имеющим приблизительно размеры Марса, приведшего (по гипотезе Бенца–Слэттера–Камерона) к образованию протолунного диска на околоземной орбите

$\lg \frac{m_{am}}{m_{am.0}}$



способствуя формированию первичных ядер и мантий еще на промежуточных стадиях роста планет. Этот вывод подтвержден независимым моделированием поведения изотопных систем, в которых процессы распада материнских радиоактивных элементов (урана, тория и йода) позволяют оценить временную шкалу. Поведение ряда элементов, геохимически родственных веществу земного ядра и коровых оболочек, рассматриваемых как маркеры, также указывает на весьма **раннюю дифференциацию** и образование ядра и мантии в первые сотни миллионов лет.

Согласно стандартному сценарию, на заключительных стадиях формирования планет **ударные бомбардировки затуха-**

**ли.** Именно отсутствие на Земле пород более древнего возраста объясняется их интенсивной ударной переработкой. Лишь по мере ее ослабления началась стабилизация обширных областей первичной коры, ее монолитных ядер – **кратонов**.

Вполне естествен следующий шаг – построение моделей формирования первичных атмосфер и гидросфер, которые свободны от ряда произвольных допущений предыдущих исследований, выполненных до появления стандартного сценария. Сложность задачи состояла в том, что теория должна объяснить **разнообразие планетных атмосфер и гидросфер**; их фактически нет у Меркурия и Луны, а массивной, сухой и горячей атмосферы Венеры противостоит

*Флуктуации массы первичной атмосферы во время роста Земли, вызванные высвобождением и потерями газов при мощных ударах планетезималей*

вариант “холодного”, но в прошлом достаточно увлажненного Марса. Промежуточные между ними условия – на Земле. При моделировании атмосфер планет земной группы необходимо объяснить также удивительное подобие распределения изотопов инертных газов в атмосферах данных планет.

НА РАННИХ СТАДИЯХ  
ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ

Начнем с общих оценок потоков массы, вещества и энергии на разных стадиях. **Классификация ранних стадий** основана на физически обоснованной количественной мере – на доле **массы растущей планеты от ее современной величины**. До 90% массы Земля “набрала” примерно за 100 млн лет. Продолжительность следующего этапа в увеличении массы планеты до 0,9 от современной величины такая же, как и до 0,99 и 0,999. Можно выделить **четыре этапа (стадии)** наращивания планетной массы.

На протяжении **первой стадии** сформировалась **основная масса планеты**. Ей соответствует главная часть сценария образования планетной системы: фактически исчерпан “ресурс” крупных тел, столкновения которых с растущими планета-

ми имели для "набора" ими массы большое значение. В 1993 г. на Международном симпозиуме на Гавайях автор и Г.В. Печерникова привели соответствующие расчеты, показав, что столкновения на этой стадии планетезималей с энергиями до  $10^{38}$  эрг астрофизики могут наблюдать в формирующихся планетных системах около молодых звезд.

На второй стадии произошла **первичная дифференциация** Земли на ядро и мантию, а также формирование роя метеоритов, предшествовавшего формированию Луны. С этой стадией совпадает предпоследний этап формирования Солнечной системы, когда в пространстве между орбитами Венеры и Марса еще существовал рой тел с суммарной массой  $\sim 10^{-2}$  от массы Земли. Размеры крупнейших тел могли составлять сотни километров. Суммарный поток энергии их падения в данном случае сравним с потоком солнечного излучения. Общая масса твердого материала в зоне питания планет сократилась до  $10^{-3}$  от массы Земли. В последующие сотни миллионов лет **экзогенный фактор перестает быть решающим** в тектогенезе.

Масса вещества, выпадающего на **третьей стадии**, сравнима с массой современной земной коры ( $3 \cdot 10^{25}$  г). Величину привносимых извне летучих (вода, органика и газы), составляющих в каменных метеоритах по-

рядка 1% от общей их массы, можно оценить приблизительно в  $6 \cdot 10^{22}$  г. Вспомним, что масса современных океанов —  $1,4 \cdot 10^{24}$  г и атмосферы —  $6 \cdot 10^{21}$  г.

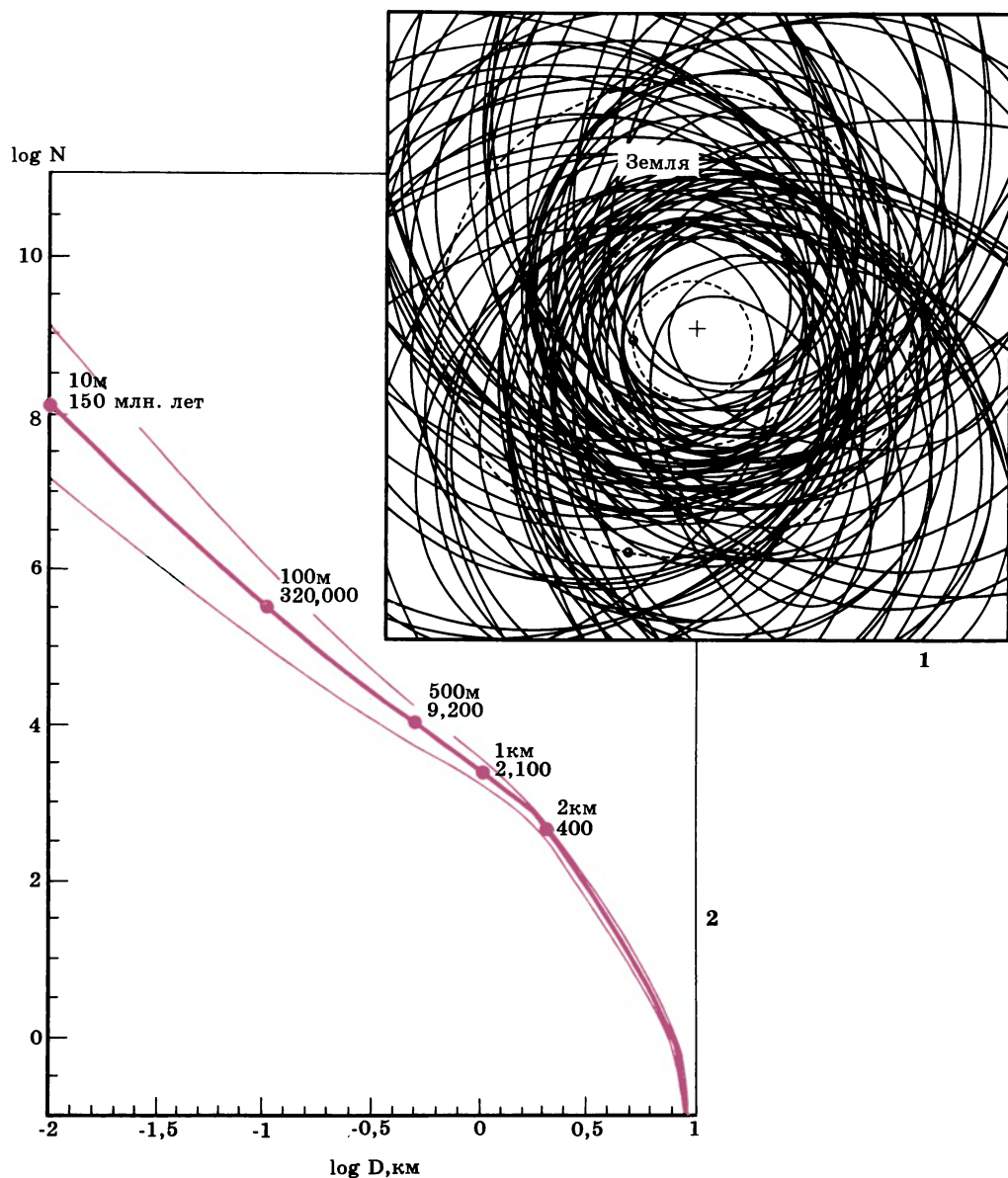
На **четвертой стадии** и в дальнейшем внеземного материала поступает все меньше, хотя темп осаднения космического вещества в первые 0,5 млрд лет в несколько раз превышал современную величину, достигая  $10^{11}$  г/год. Толщина слоя, образованного столкнувшимися с Землей телами за последние 4 млрд лет, очевидно, не превысила 0,5 м. При рассмотрении крупномасштабной тектоники потоком этого вещества можно полностью пренебречь, но в редких случаях его влияние на атмосферу, гидросферу и биосферу было весьма ощутимым.

Исследование естественных ударных кратеров и их численное моделирование показывают, что падение на Землю крупных тел с высокой скоростью создает сложную картину физических процессов. Прежде всего имеют значение **скорость падения тела и масса тела-ударника**, в меньшей степени важные химический состав вещества и строение сталкивающихся тел. При характерных скоростях на заключительных стадиях формирования планет (порядка 15-20 км/с) глубина проникновения падающего тела сопоставима с диаметром тела-ударника. Масса же вы-

брасываемого из ударного кратера вещества на порядок больше массы образовавшего кратер тела.

В двух- и трехмерных расчетах общей картины выбросов особенно сложно оценить **доли расплава и испарившегося вещества** в султанах выбросов. Трудно вычислить и ту часть общей массы вещества, которая утрачивается планетой, уходя на планетоцентрические и гелиоцентрические орбиты. И все же, на основе предположения о возможности столкновений тел гигантских масштабов, в середине 70-х гг. выдвигалась приобретающая лет десять назад большую популярность гипотеза образования Луны из вещества, выброшенного в результате падения на растущую Землю тела размером с Марс.

В работах автора и Т.В. Печерниковой было показано, что, по-видимому, более приемлем вариант падений **нескольких менее крупных тел**. Подобные макроимпакты выбрасывают от 1 до 10% вещества на неоцентрические орбиты. По составу это — смесь метеоритного вещества (преимущественно хондритов) и земного, на стадии ранней дифференциации обогащенного алюмосиликатами и обедненного железом. Примерно такой же состав у лунных пород: в основном силикаты с включением алюминия, кальция и титана и, в очень малой степени, железа и никеля.



#### ПРОБЛЕМА ПЕРВИЧНЫХ АТМОСФЕР

Пока произведены лишь предварительные расчеты формирования первичных атмосфер планет Солнечной системы. Хотя темп, с которым планеты наращивали вещество, а также спектр

масс и скорости падающих тел известны, особенности выброса вещества при кратерообразовании понятия недостаточно.

При объединении динамических и космохимических аспектов проблемы наибольшее внимание привлекает эволюция

Орбиты 100 крупнейших современных астероидов (1) и распределение астероидов по размерам (2)

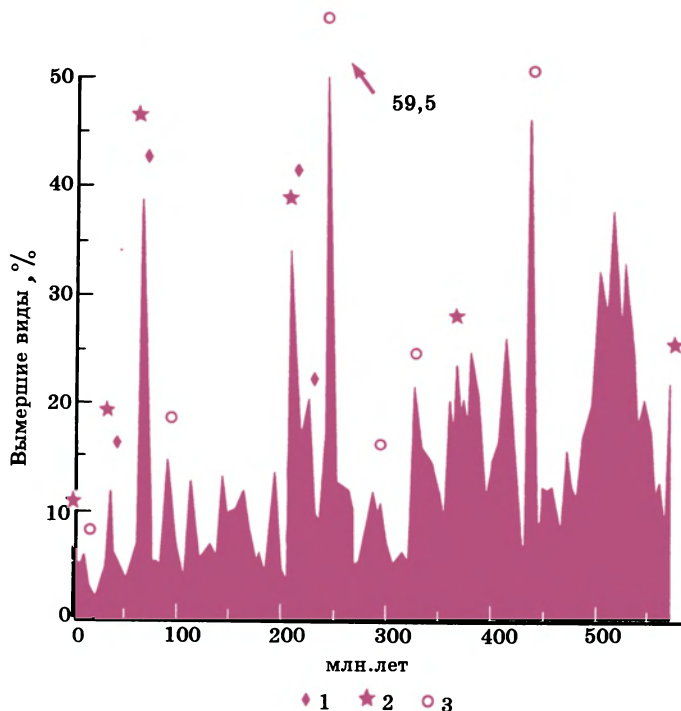
газов и летучих (водяного пара и углеродсодержащих соединений). Теория аккумуляции планет земной группы фиксирует

Массовое вымирание видов морской фауны в фанерозое (500 млн лет назад), по данным разных авторов. Время образования кратеров установлено по изотопным датировкам (1), по надежной стратиграфии (2) и по отдельным стратиграфическим признакам (3)

основное внимание на процессе соединения твердых тел хондритового состава, где доля летучих по массе – не более 1%. Но до сих пор не удается уверенно оценить эффективность выброса летучих с растущей планеты при бомбардировке ее падающими телами. Она зависит от размеров тел и условий столкновения.

Разработанная нами модель и первые численные расчеты указывают на исключительную изменчивость процессов удержания и потери летучих веществ в ходе аккумуляции планеты с участием импактных процессов.

В начале первой стадии скорости тел еще малы, и степень дегазации незначительна. Лишь когда масса растущей Земли становится больше 0,01 от современной, дробление и нагрев при падении тел начинают способствовать эффективной дегазации – как во время отдельных ударов, так и благодаря потоку из глубоких недр, следы которого фиксируются по изотопам гелия и неона. Масса летучих, захороненная в центральных областях растущей планеты еще до начала эффективной дегазации, не меньше их суммарного



содержания для современной Земли.

При падении тел в условиях нарождающейся первичной атмосферы основные потери газов связаны с мощными выбросами из образующихся кратеров. Расчеты показывают, что на первой и второй стадиях преобладал **механизм срыва первичной атмосферы**.

На третьей и четвертой стадиях основным становится **механизм конусного выброса**. Затем начинает преобладать **испарение вещества**, поднимающегося (по теории Зельдовича–Райзера) с ускорением в разреженные верхние слои атмосферы. Энергии удара при падении тел с размерами от 1 до 10 км недостаточно для отрыва от планеты твердого вещества. Между тем удары

именно таких тел могли быть причиной предполагаемых **биосферных катастроф** в последующие миллиарды лет эволюции Земли (известнейшая из них – гибель динозавров).

Согласно теории аккумуляции, в характере формирования Земли и Венеры не должно быть значительных различий из-за их относительной близости к Солнцу и малой разницы в размерах, массе и составе. Значительные скорости тел, падающих на Меркурий и Марс, достигаются уже при их массах порядка 0,1 от современных. Для Меркурия это обусловлено большой величиной кеплеровской орбитальной скорости. У Марса существенным оказывается гравитационное влияние близкого к нему Юпитера и крупных небесных тел в

его окрестностях. В основном характер привноса и убыли газов из атмосфер планет земной группы в принципе подобен земному.

Поддерживаемая автором **теория масс-фракционирования газов** в процессе эволюции допланетного диска и формирования планет дает простое объяснение направлению эволюции развития — от солнечного к планетарному и далее — к атмосферному (для Земли, Венеры и Марса).

В тот период, когда газы эффективно перемешиваются в первичной атмосфере (вне зависимости от типа выброса), фракционирование газов практически не происходит. Но когда начинается распределение их в зависимости от барометрического давления, **диффузионное разделение газов** становится заметным. На третьей и четвертой стадиях размеры падающих тел не превышали в диаметре десятков километров, и в результате их удара планета теряла в основном не твердое вещество, а значительные объемы приземных слоев атмосферы (в том числе — тяжелые инертные газы).

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ

Детальное изучение влияния на морфологию поверхности Земли климата и биосферных процессов столкновения с ней крупных небесных тел, по сути, только начинается. Особое внимание

специалистов привлекло **соударение** Земли с астероидом **на границе мезолового периода и палеогена** (50-60 млн лет назад), приведшее к выбросу  $10^{16}$  кг пыли в стратосферу и к грандиозным изменениям в земной биосфере и атмосфере. Энергия этого импакта эквивалентна 100 млн Мгт тринитротолуола, а следы его — общеземная “иридиевая аномалия” и гигантский кратер Чиксулуб в Мексиканском заливе. Проблема моделирования импакта породила целый ряд комплексных программ и проектов, объединивших сотни исследователей из разных стран. Массовая гибель множества видов фауны и флоры могла быть порождена также **разрушением гигантских комет** в зоне земной орбиты; наполнение атмосферы продуктами испарения ледяных ядер комет привело к продолжительному уменьшению поступающей на Землю солнечной инсоляции.

Очевидно, что **эволюционное развитие биосферы прерывалось** региональными и глобальными катаклизмами. При этом менялась направленность многих процессов. Наряду с другими факторами это способствовало как исчезновению жизненных форм, так и появлению новых. Несомненно, импакты влияли на формирование и эволюцию биосферы.

Очень важно найти доказательство падения на Землю тел размерами от

100 м до 1 км и более, как в плейстоцене (300-500 млн лет назад), так и в палеогене (около 50 млн лет назад). Использование имеющихся данных о количестве астероидальных объектов на близких к Земле орбитах показывает, что в раннем голоцене (6-10 тыс. лет до н.э.), возможно, произошло не менее десятка столкновений Земли с внеземными телами. Археологические данные свидетельствуют о катастрофически быстром, практически одновременном, разрушении ранних (3-5 тыс. лет до н.э.) цивилизаций в периоды резких климатических возмущений. А они, вероятно, вызваны столкновениями Земли с метеоритами или кометами значительных размеров. Не столь катастрофичные, как катаклизм, приведший к гибели до четверти всей биомассы планеты 65 млн лет назад, они, тем не менее, могли вызывать кратковременные (от месяцев до нескольких лет) **изменения погодных условий** в той или иной части планеты. Память о **гигантских цунами**, опустошавших побережья, и сверхмощных ливнях (например, в Междуречье) могла трансформироваться в известный миф о всемирном потопе. Падение тел на континенты должно было приводить к выбросам в стратосферу сотен мегатонн пыли и аэрозоля. В мифах народов Азии, Африки и Америки упоминается о “помрачении Солнца и Лу-

ны” на многие месяцы. В недавних работах австралийских ученых приводились и геоморфологические данные о мощных цунами, которые не могут быть объяснены только земными процессами.

Вероятность грандиозных космических столкновений в будущем не так велика, как на начальных этапах истории Земли, однако с существованием “астероидной опасности” нельзя не считаться. И на

каждой из международных конференций геофизиков эта проблема обязательно рассматривается. Важность ее несомненна: под воздействием катастрофы могут оказаться биосфера и жизнь на Земле.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Человекосоотнесенные аспекты естествознания

В 1999 г. в издательстве “Наука” вышла книга “Естествознание в гуманитарном контексте”, подготовленная в основном учеными Института философии РАН. В числе авторов – и известные зарубежные философы. Ответственный редактор – доктор философских наук Е.А. Мамчур.

В книге три части (“Человекосоотнесенные параметры научной деятельности”, “Социально-культурная обусловленность естествознания”, “Гуманитарные аспекты естествознания”). В “Предисловии” отмечается главная мысль первой части: “науку делают люди”. Анализу подвергаются эзотерические, психологические, религиозные,



национальные и личностные стороны деятельности ученого. “Научное познание невозможно вырвать из культурного контекста”, – доказывают авторы во второй части книги. Гуманизации естественных наук посвящена третья часть, в которой обосновывается необходимость решительного по-

ворота науки “лицом к человеку”.

Наиболее близка тематике журнала “Земля и Вселенная” статья его постоянного автора В.В. Казютинского “Коперниканская революция: когнитивные и социокультурные аспекты”. В.В. Казютинский считает: “Принятие теории Коперника происходило по мере ее уточнения и обоснования в рамках стандартных научных процедур, роль которых становилась все более значимой. Необычность этого процесса была обусловлена колоссальными мировоззренческими напряжениями, постоянным вторжением в науку идеологических факторов. Они смогли затормозить распространение новой системы мира, заставляя проявлять осторожность даже таких титанов научной мысли, как Ньютон. Но из всех этих споров Коперник вышел победителем” (с. 116-117).

Книга адресована тем, “кто интересуется наукой, стремится понять ее природу и сущность”.

## Космические проекты ИЗМИРАН

В.Д. КУЗНЕЦОВ,  
доктор физико-математических наук  
заместитель директора ИЗМИРАН

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской академии наук (ИЗМИРАН) входит в состав Отделения общей физики и астрономии РАН. Институт организован Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР 11 октября 1939 г. и передан Академии наук СССР в 1959 г.

Основные направления деятельности ИЗМИРАН связаны с фундаментальными исследованиями в области гео-



физики, гелиофизики и радиофизики. Институт занимается проблемами

магнетизма Земли и планет, физики ионосферы и распространения радиоволн, солнечно-земной физики и физики космических лучей, электромагнитных свойств твердой Земли. Важную роль в понимании изучаемых явлений играют научные космические аппараты, проводящие измерения физических параметров в космическом пространстве. Выполнение космических программ позволяет ученым строить и проверять теоретические модели.

### СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ

Космические исследования Солнца и солнечно-земных связей – один из основных методов получения информации о физических процессах на Солнце и в его короне, влияющих на состояние околоземного космиче-

ского пространства и Земли. Некоторые виды наблюдений в ультрафиолетовом или рентгеновском диапазонах спектра, дающие ценную информацию о явлениях на Солнце, возможны только за пределами атмосферы. Важны также и локальные измерения характеристик солнечного

ветра, магнитного поля и энергичных частиц в различных областях космоса, где работает космический аппарат. Исследования из космоса вместе с регулярно проводимыми наземными наблюдениями Солнца и окосолнечного пространства позволяют получать полную картину сложных яв-



*Здание Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской академии наук*

лений, понять механизмы их влияния на околоземное космическое пространство, биосферу и человеческую деятельность.

В планы космических агентств США, России, Европы и Японии всегда включаются проекты изучения Солнца и солнечно-земных связей. Существенно расширили наши представления о Солнце и его активности такие крупные космические проекты, как "Ulysses" (NASA-ESA), "SOHO" (ESA), "Yohkoh" (NASDA), "TRACE" (NASA), "Коронас-И" (РКА). Неоценимо значение проводимых ис-

следований для познания космоса и изучения влияния солнечной активности на человека (Земля и Вселенная, № 5, 1999 г.). Сейчас готовятся новые проекты в этой области.

Программой научных исследований на российском сегменте **Международной космической станции** предусмотрено размещение ряда научных приборов на солнечно-ориентированной платформе. Регулярные наблюдения с борта станции за магнитными полями на Солнце и солнечной короне, ультрафиолетовым и рентгеновским излучением в режиме, контролируемом космонавтами, позволят существенно дополнять наземные наблюдения, выбирать необходимые диапазоны. В реализации намеченных планов по исследова-

нию Солнца и солнечно-земных связей большая роль отводится международной кооперации ученых и космических агентств, и такая работа проводится Россией, США, Японией и странами Европы в рамках консультативной группы по космическим наукам.

В рамках международного проекта "Интербол" ИЗМИРАН совместно с ИКИ РАН проводит магнитный эксперимент. Магнитометры ФМ-3И для зондов были разработаны совместно с болгарскими учеными. Основные научные задачи магнитного эксперимента состоят в том, чтобы в комплексе исследовать процессы пересоединения магнитных силовых линий в магнитосфере, возмущения магнитного поля в солнечном ветре, связь

магнитного поля в солнечном ветре и магнитослое, тонкие структуры магнитного поля и электрических токов в области каспа, продольных токов в полярной области, магнитного поля на магнитопаузе и ударной волне.

Российская космическая программа **“Коронас”**, выполняемая совместно с Украиной и Германией, посвящена исследованию Солнца в течение 11-летнего цикла. Космические аппараты, находящиеся на различных орбитах, непрерывно изучают процессы на Солнце. В точке Лагранжа L1 (1,5 млн км от Земли на линии Солнце – Земля) с 1995 г. наблюдения Солнца проводит евроамериканская обсерватория **“SOHO”**. Теми же исследованиями занимаются японский спутник **“Yohkoh”** и американский **“TRACE”**. В рамках международной программы изучения Солнца к запуску готовятся отечественные ИСЗ – второй КА **“Коронас-Ф”** и третий спутник программы **“Коронас”** – **“Фотон”**.

#### ПРОЕКТ “КОРОНАС-Ф”

Идет подготовка российско-украинского проекта **“Коронас-Ф”** для проведения наблюдений Солнца во время максимума солнечной активности в 2000 г. Спутник **“Коронас-И”** (запущен в 1994 г.) изучал процессы на относительно спокойном Солнце.

ИСЗ **“Коронас-Ф”** предполагается запустить в конце 2000 г. на приполярную орбиту высотой около 500 км и на-

клонением 83°. Такая орбита обеспечивает повторяющиеся периоды непрерывных наблюдений за Солнцем длительностью около 20 сут, что особенно важно для решения задач гелиосейсмологии и слежения за солнечными вспышками. Проект предусматривает проведение комплексных исследований мощных динамических процессов на Солнце (активные области, вспышки, выбросы плазмы) в спектре от радио- до гамма-диапазона. Предполагается регистрировать солнечные космические лучи, ускоренные при активных явлениях на Солнце, условия их выхода, распространения в межпланетном магнитном поле и воздействия на магнитосферу Земли. На основе наблюдений глобальных колебаний Солнца можно судить о сейсмологии его недр.

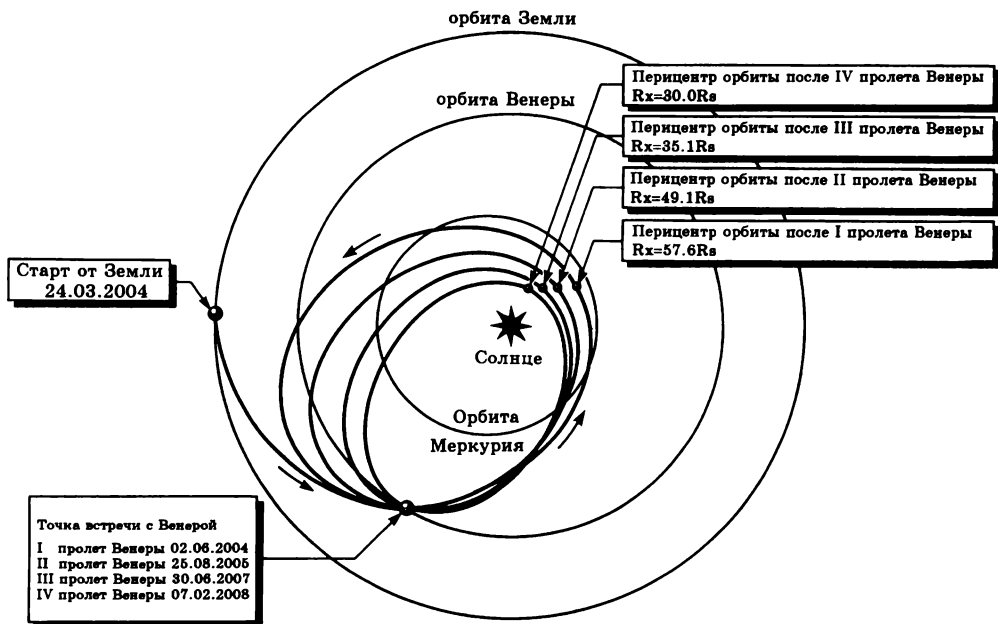
В соответствии с задачами проекта научная аппаратура включает три основные группы приборов: наблюдения в рентгеновском спектре активных областей на Солнце с пространственным разрешением до 1", измерения потоков электромагнитного излучения активных областей и вспышек, регистрации солнечных корпускулярных потоков. Широкий диапазон измерений электромагнитного спектра и потоков солнечных космических частиц, как нейтральных (нейтронов), так и заряженных (электронов, протонов и ядер), позволит получать наиболее полную картину физических

процессов в активных областях на Солнце. Измерения приборами солнечной обсерватории **“Коронас-Ф”** будут дополнены наземными наблюдениями по скоординированной программе.

Многочисленные космические исследования Солнца существенно расширили наши знания о нем, однако такие фундаментальные проблемы, как нагрев солнечной короны, происхождение и ускорение движения солнечного ветра, трехмерная пространственно-временная картина солнечных образований и выбросов еще не разрешены. Все это позволило определить приоритетные направления изучения Солнца космическими средствами, к их числу отнесены наблюдения Солнца с высоким пространственным разрешением и локальные измерения вблизи него.

#### ИЗУЧЕНИЕ ГЕЛИОСФЕРЫ В ПРОЕКТЕ “ИНТЕРГЕЛИОС”

Солнечные корона и ветер вблизи Солнца пока остаются неизученными. Солнечный ветер обтекает всю Солнечную систему и контролирует межпланетное пространство вплоть до гелиопаузы, которая является границей взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой и располагается на расстоянии около 100 а.е. и более. Звездный ветер, короны звезд и планетные системы существуют во Вселенной повсеместно, но только в Солнечной системе возможны их де-



тальные исследования с помощью КА.

Проект **“Интергелиос”** призван заполнить эти пробелы в изучении внутренних областей Солнечной системы (гелиосферы), магнитной активности атмосферы Солнца и сопутствующего нагрева короны, генерации и ускорения солнечного ветра и энергичных частиц, плазменной и пылевой оболочки вокруг Солнца. Миссия **“Интергелиос”** позволит понять происхождение корональных выбросов массы и солнечных вспышек, детально исследовать мелкомасштабную и трехмерную структуру и динамику солнечной атмосферы.

КА **“Гелиос-1/2”** (ФРГ, запущены в 1974-75 гг.) подошли к Солнцу на расстояние около 63 солнечных радиусов. Это дало

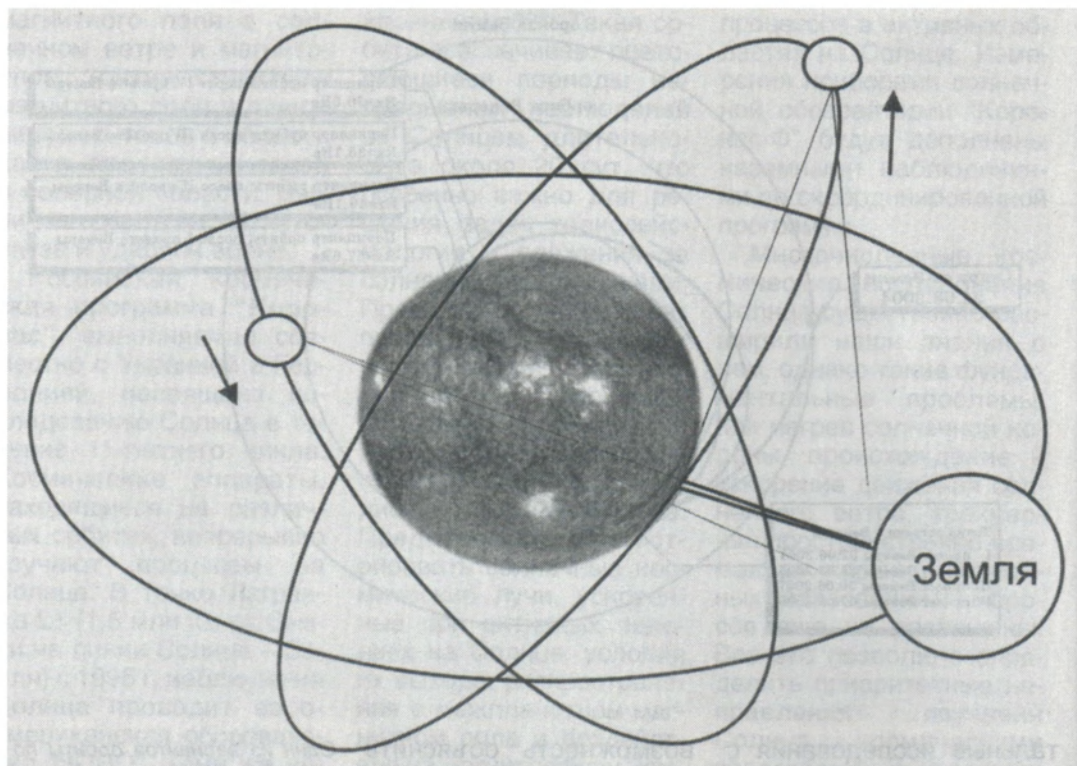
возможность объяснить многие особенности, наблюдаемые во внутренней гелиосфере и межпланетной среде, в частности в солнечном ветре. Благодаря положению пояса корональных стримеров, наклоненного к плоскости эклиптики, зонды **“Гелиос”** регулярно наблюдали движение высокоскоростного солнечного ветра.

В рамках миссии **“Интергелиос”** КА, совершая многократные гравитационные маневры у Венеры, последовательно сближаясь с Солнцем по скручивающейся траектории и многократно облетая вокруг него на близких расстояниях, будет проводить многопозиционные дистанционные и локальные измерения. Это позволит детально исследовать протяженные ко-

*Один из вариантов орбиты полета КА “Интергелиос” (дата старта выбрана условно)*

рональные стримеры, а также связанное с поясом стримеров ускорение **“медленного”** солнечного ветра. Аналогично тому, как это было на КА **“Гелиос”**, **“Интергелиос”** будет регулярно наблюдать **“быстрый солнечный ветер”** при пересечении им магнитных трубок, начинающихся в приполярных областях Солнца.

Начиная с расстояний в 30-40 солнечных радиусов, в окрестности перигелия реализуется режим **“зависания”** (коротации КА с солнечным вращением). Такое **“зависание”** КА на фиксированной гелиодолоте позволит разделить пространственно-временные вариации иду-



щих от Солнца потоков и возмущений (солнечного ветра и энергичных частиц, выбросов плазмы и ударных волн), установить прямые корреляции явлений на Солнце и в межпланетной среде. На этой орбите можно получить качественные снимки солнечной поверхности.

Другие важные достоинства проекта: стереоскопические наблюдения солнечной короны (параллельно с наблюдениями с земной орбиты), наблюдение с очень высоким разрешением фотосферного магнитного поля и активной короны в мягком рентгеновском излучении. Все это можно делать с помощью малых инструментов с небольшим разрешением. Для

“Интергелиоса” эта задача облегчается близостью к Солнцу: расстояние КА от Солнца в перигелии составляет всего  $1/7$  а.е. На этом расстоянии угловое разрешение, равное  $1''$  на  $1$  а.е., соответствует всего  $100$  км на Солнце.

Вращаясь вокруг Солнца на рабочей орбите примерно в три раза быстрее Земли, КА “Интергелиос” будет занимать разные положения по отношению к линии Солнце – Земля, многократно пересекая эту линию. Все это позволит не только иметь периоды перекрытия полей зрения на Солнце с КА и с Земли и тем самым выполнить стереоскопические наблюдения поверхности Солнца и его короны, но и наблюдать при

Проект “Полярно-эклиптический патруль” (“РЕР”). Два космических аппарата, находящиеся на гелиоцентрических орбитах в перпендикулярных плоскостях вне эклиптики, обеспечивают непрерывный обзор линии Солнце – Земля, контролируя “космическую погоду” в окрестности Земли

расположении КА сбоку от линии Солнце – Земля распространяющиеся в направлении Земли выбросы и возмущения. При пересечении линии Солнце – Земля КА будет проводить локальную диагностику этих явлений на достаточном удалении от Земли, обеспечивающем заблаговременный прогноз их возможных геофизических проявлений – магнитных бурь. Возможно также многократное радиопросвечивание сол-

нечной короны при расположении КА позади Солнца, наблюдение невидимой с Земли стороны Солнца и получение информации о состоянии активности на ней перед выходом на обращенную к Земле сторону. Особенность орбиты КА "Интергелиос" определяет возможность интеграции этой миссии с другими солнечно-гелиосферными проектами с целью взаимного дополнения наблюдений.

#### ПОЛЯРНО-ЭКЛИПТИЧЕСКИЙ ПАТРУЛЬ

Солнечная активность оказывает непосредственное воздействие на состояние околоземного космического пространства, магнитосферы, атмосферы и ионосферы Земли, погодные условия, на здоровье людей. Необходимый контроль "космической погоды" может быть обеспечен группировкой КА, размещенных на разных гелиоцентрических орбитах и в точке либрации на линии Солнце–Земля.

В рамках разрабатываемого в ИЗМИРАН проекта "РЕР" (Polar Ecliptic Patrol – Полярно-эклиптический патруль), предлагается проводить непрерывный мониторинг солнечной активности и солнечного ветра, идущих в направлении Земли солнечных выбросов и гелиосферных возмущений, а также наблюдения за полярными областями и обратной стороной Солнца. Два малых КА помещаются на полярные (или наклоненные под углом  $45^\circ$

к плоскости эклиптики) гелиоцентрические орбиты на расстоянии 0,5 а.е. так, чтобы плоскости их орбит были взаимно перпендикулярны друг другу. На орбитах аппараты размещены на четверть периода (около 30-50 сут). При этом обеспечивается контроль линии Солнце–Земля с одного из КА, а в течение длительного времени – с обоих КА. Когда один из них находится в плоскости эклиптики, другой располагается над одним из полюсов Солнца, а когда один из КА удаляется от плоскости эклиптики, другой приближается к ней. Таким образом, одновременный мониторинг осуществляется как в экваториальной, так и в приполярных областях. Это дает возможность непрерывно изучать низко- и высокоскоростной солнечный ветер, объемную картину солнечной короны и солнечных выбросов.

Проект "Полярно-эклиптический патруль" способен обеспечить непрерывный поток важной информации, необходимой для исследования солнечно-земных связей, решения наиболее актуальных проблем физики Солнца, а также дальнейшего развитие программы "STEREO" (Solar TERrestrial RElations Observatory – Обсерватория солнечно-земных связей).

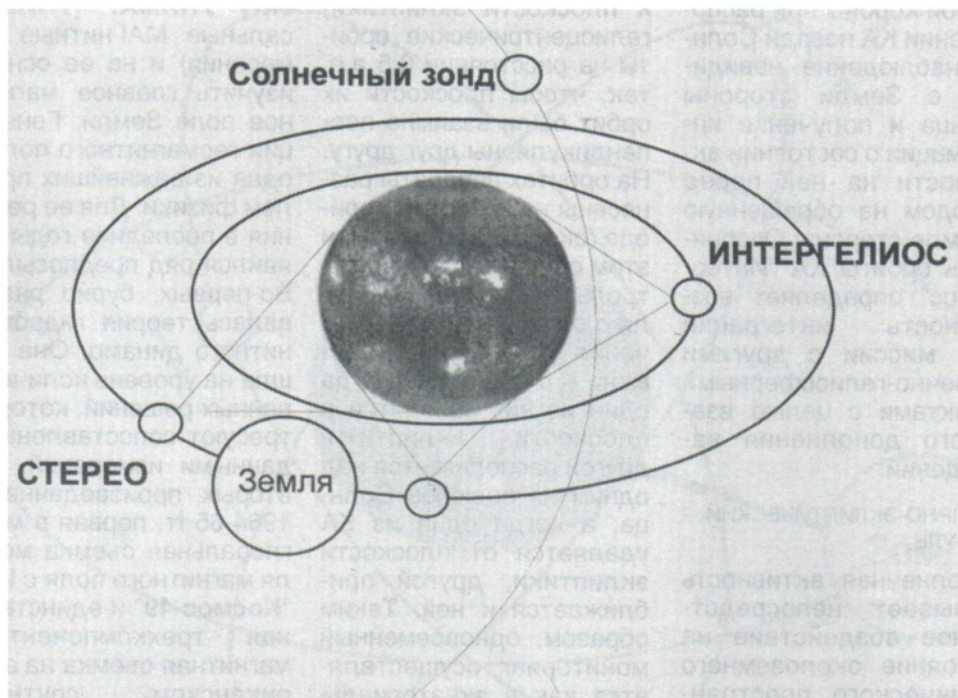
#### ПРОЕКТ "УНИМАГ"

В перспективе ИЗМИРАН планирует провести глобальную спутниковую магнитную съемку по про-

екту "УНИМАГ" (Универсальные МАГнитные измерения) и на ее основе изучить главное магнитное поле Земли. Генерация геомагнитного поля – одна из важнейших проблем физики. Для ее решения в последние годы появился ряд предпосылок. Во-первых, бурно развивалась теория гидромагнитного динамо. Она вышла на уровень количественных решений, которые требуют сопоставления с данными измерений. Во-вторых, произведенная в 1964-65 гг. первая в мире глобальная съемка модуля магнитного поля с ИСЗ "Космос-49" и единственная трехкомпонентная магнитная съемка на американском спутнике "Magsat" в 1979-80 гг. создали базу для решения задачи о временной изменчивости геомагнитного поля. Использование этой базы вместе с данными проекта "УНИМАГ" позволит построить непрерывные пространственно-временные модели вековых изменений геомагнитного поля на всей поверхности Земли.

Главная проблема спутниковой съемки – измерения величины магнитного поля с точностью до  $10^{-5}$ . ИЗМИРАН разработал магнитные приборы с высокой точностью ориентации осей датчика на борту спутника (не хуже  $10''$ ).

Другая проблема – разделение измеренного поля на части, связанные с различными источниками – в ядре Земли, ее коре, ионосфере и магнитосфере. В рамках проекта



“Magsat” эту проблему решить не удалось. У датского спутника “Oersted”, запущенного 23 февраля 1999 г., характеристики хуже, чем у “Magsat”. Коллектив ИЗМИРАН разработал систему измерений, позволяющую (наряду с измерениями главного магнитного поля Земли) решить еще три важнейшие геофизические задачи: изучения магнитного поля земной коры, динамики глобальных токовых систем в ионосфере и магнитосфере, пространственного распределения глубинной электропроводности верхних оболочек Земли.

Трудно оценить все то новое, что удастся получить в геофизике, используя данные проекта “УНИМАГ”. Достаточно сказать, что только по информации ИСЗ “Magsat”

было опубликовано около 500 научных работ учеными многих стран мира.

#### ИОНОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ионосферные измерения позволяют проводить диагностику как дальних областей магнитосферы, так и процессов, связанных с геодинамикой, загрязнением атмосферы, техногенными и природными катастрофами. Поэтому исследование фундаментальных свойств ионосферы Земли и ее динамики – одна из основных задач Института.

Космические исследования ионосферы проводились в ИЗМИРАН, начиная с первых ИСЗ. К наиболее известным проектам можно отнести спутники “Интеркосмос-19” и “Космос-1809”, представлявшие собой комплекс-

*Реализация программы “STIP” (STereo-Interhelios-solar Probe – “СТЕРЕО”-“Солнечный зонд”-“Интергелиос”), в рамках которой обеспечиваются коррелирование наблюдений Солнца и околосолнечного пространства*

ные ионосферные обсерватории, внесшие существенный вклад в исследование фундаментальных свойств ионосферы Земли, в том числе на уровне открытий. Ряд ионосферных экспериментов проводился на спутниках “Интеркосмос-18”, “АП-ЭКС” (Интеркосмос-25) и “Коронас-И”. В последнее время совместно с Институтом прикладной геофизики проведен эксперимент по радиозондированию ионосферы с борта ОК “Мир”.

ИЗМИРАН – один из инициаторов нового метода

исследования ионосферы – метода спутниковой радиотомографии.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Важным направлением деятельности Института является исследование механизмов взаимодействия литосферы с атмосферой и ионосферой Земли, разработка методов мониторинга предвестников землетрясений, других природных и техногенных катастроф.

Процессы, происходящие в земной коре перед началом землетрясений, вызывают изменение химического состава под-

земных вод и атмосферных газов в области очага землетрясения. Возмущения среды могут быть зарегистрированы современной спутниковой аппаратурой. Поскольку они (в зависимости от вида) формируются в ионосфере за часы, дни или недели до начала землетрясения, их можно рассматривать как его ионосферные предвестники и использовать для задач прогнозирования землетрясений. Решению этой задачи посвящена программа “Предвестник”, в состав которой входят исследовательские проекты, развиваемые ИЗМИРАН в кооперации с дру-

гими институтами РАН и предприятиями Росавиакосмоса: ИСЗ “Предвестник-Э” и “Компас”, эксперименты на российском сегменте Международной космической станции. Эти проекты представляют собой первые шаги на пути создания космической системы мониторинга как элемента будущей глобальной системы краткосрочного прогнозирования землетрясений.

Автор благодарит С.И. Болдырева, В.М. Чмырева и В.П. Головова за предоставленные для настоящей статьи материалы.

## Информация

### Наблюдения ранней Вселенной

Первые астрономы, оплавившие наблюдательное время на Очень Большом Телескопе, прибыли на Европейскую Южную Обсерваторию в Чили. Сотрудники Лейденской обсерватории (Голландия) Г. Милей и Х. Роттгеринг получили уникальные снимки далекой радиогалактики 1138-262. Расстояние до нее около 10 млрд св. лет (красное смещение  $z = 2,2$ ). Наблюдаемый ныне свет галактики покинул ее, когда Вселенная была в пять раз моложе.

Предварительные исследования по наблюдениям в радиодиапазоне, рентгеновских и оптических лучах показали, что по своим свойствам галактика напоминает те, которые находятся в центрах богатых

скоплениях. Но из-за большого расстояния самого скопления не видно. Выяснилось также, что галактика погружена в горячий газ, излучающий в рентгеновском диапазоне, подобно наблюдаемому в центрах близких богатых скоплений. Она – самый далекий из всех известных источников рентгеновского излучения.

На снимках Космического телескопа им. Хаббла видно, что галактика содержит большое число сгущений, что соответствует компьютерным моделям рождения гигантских галактик внутри скоплений.

С помощью прибора ФОРС-1 (Земля и Вселенная, 1999, № 1), установленного на Первом зеркале ОБТ, получены снимки в линии излучения горячих звезд (синий свет) и в лучах излучения водорода в линии  $L_{\alpha}$  (последняя вследствие большого красного смещения сместилась из ультрафиолетовой области спектра 121,6 нм в красную 383,8 нм). Оказалось, что газ окружает гала-

ктику, образуя облако размером в 160 кпк (в 5 раз больше Млечного Пути). На расстоянии менее 1 Мпк от 1138-262 найдено 26 источников излучения в линии  $L_{\alpha}$ , которые могут быть галактиками-спутниками. Обнаружение огромного газового ореола и спутников подтверждает, что радиогалактика 1138-262 – массивная галактика в процессе формирования внутри скопления.

Совокупность данных свидетельствует в пользу гипотезы поэтапного формирования больших галактик. Из первоначального газа, оставленного после Большого Взрыва, возникли отдельные сгущения, в которых конденсировались звезды, образуя небольшие галактики, которые потом сливались воедино. 1138-262, одна из старейших и самых массивных галактик в ранней Вселенной, по-видимому, находится на финальной стадии роста.

Пресс-релиз ЕЮО № 13/99  
от 30 июля 1999 г.

## Памяти Андрея Аркадьевича Аксенова

22 декабря 1999 г. скончался выдающийся российский океанолог, известный специалист в области исследования процессов в прибрежно-шельфовой зоне морей и океанов, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор географических наук, профессор **Андрей Аркадьевич Аксенов**. В течение многих лет он был одним из самых активных членов редколлегии журнала "Земля и Вселенная" и автором ряда статей.

А.А. Аксенов родился 7 февраля 1916 г. в Саратове. Трудовую деятельность он начал слесарем на Саратов-

ском заводе комбайнов, а затем поступил на географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, по окончании которого был призван в армию. До июля 1946 г. служил в Военно-Воздушных Силах, участвовал в Великой Отечественной войне, награжден орденами и медалями, в том числе медалью "За взятие Берлина", которой более всего дорожил.

Научная деятельность А.А. Аксенова началась в стенах Государственного океанографического института. В 1953 г. он защитил кандидатскую диссертацию и стал научным руководителем Главной морской обсерватории Черного и Азовского морей. Им были организованы и проведены получившие широкое признание исследования гидрологического режима, динамики и морфологии берегов Азовского моря.

С 1946 г. и до конца своих дней А.А. Аксенов работал в Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН. В 1969 г. он защитил докторскую диссертацию; стал заместителем директора института по экспедициям (прежде эту должность занимал И.Д. Папанин); в последние годы работал заведующим отделом литодинамики океана.

Андрей Аркадьевич руководил организацией экспедиционных исследований в тот период, когда советские океанологи проводили наиболее интенсивное изучение Мирового океана. Сам А.А. Аксенов принимал активное участие в экспедициях на научно-исследовательских судах в Атлантическом, Тихом, Индийском океанах, в Черном и Средиземном морях.

В сферу научных интересов А.А. Аксенова входили не только процессы на шельфе и в береговой зоне моря, в ис-



следовании которых он считался признанным авторитетом, но и методы изучения океанов в целом и освоения их ресурсов.

Работы А.А. Аксенова получили международную известность. Он был близко знаком с великим океанологом XX в. Жак-Ивом Кусто и известным специалистом по технике глубоководных работ Анри Делезом. Прекрасный организатор научных исследований, А.А. Аксенов до 1990 г. руководил Координационным центром стран-членов СЭВ по программе "Мировой океан". Благодаря глубокому знанию проблем океанологии, дипломатическим способностям и организаторскому таланту А.А. Аксенову удалось сформировать ряд эффективно работающих интернациональных исследовательских коллективов. В составе Академий наук Польши и Болгарии с его помощью

были созданы институты океанологии, на Черном море построены специальные эстакады и лабораторные корпуса для международных исследований процессов взаимодействия атмосферы, гидросферы и литосферы. Результаты работ использованы в сотнях статей, во многих монографиях, среди которых и англоязычные издания.

Большой друг журнала "Земля и Вселенная", А.А. Аксенов с исключительной доброжелательностью относился к коллективу редакции и авторам публиковавшихся в журнале статей. Его рецензии, выполненные на высоком научном уровне, помогли многим авторам в работе над статьями.

Редакция журнала сохранит благодарную память об Андрее Аркадьевиче Аксенове.

## *Информация*

### **Следы гигантского цунами**

Сотрудник Мемфисского университета в штате Теннесси (США) Гэри Паттерсон в своем докладе на заседании Американского геологического общества, состоявшемся в ноябре 1998 г. в Торонто (Канада), обратил внимание на необычное явление. На холмах в 120 км к северо-востоку от г. Литтл-Рок в штате Арканзас часто встречаются огромные каменные обломки (более 7 м

в диаметре), "не вписывающиеся в окружающий ландшафт".

Они заброшены на высоту до 75 м. Геологическая структура и химический состав их говорит в пользу морского происхождения, хотя находятся они на расстоянии сотен километров от моря. В частности, эти камни содержат глауконит – минерал, образующийся в водной среде и в Арканзасе не встречающийся.

По мнению Г. Паттерсона, породы были принесены гигантской волной цунами, возникшей в Мексиканском заливе 65 млн лет назад. Тогда на полуостров Юкатан обрушился гигантский метеорит. С этим событием многие палеонтологи связывают массовую

гибель динозавров. Океанская волна вынесла на холмы Арканзаса породы с морского побережья штата Луизиана, где они обычны.

Автор доклада аргументированно отвергает иное происхождение арканзасских "пришельцев". Ледник, который мог бы принести валуны, столь далеко на юг никогда не доходил. Река же, способная перемещать подобные массы, должна быть невероятных размеров. Необходимо установить точный возраст этих пород, чтобы сопоставить его со временем падения небесного тела.

New Scientist, 1998, **160**, 26

## Юрий Наумович Липский

(к 90-летию со дня рождения)

Юрий Наумович Липский родился 22 ноября 1909 г. в деревне Дубровно в Белоруссии. В 1925 г. Юрий поступил на вагоноремонтный завод, где освоил профессию электромонтера. В 1932-33 гг.

учился в школе рабочей молодежи при заводе. В 1938 г. закончил физический факультет Московского государственного университета, затем поступил в аспирантуру к знаменитому астроному академику В.Г. Фесенкову.

Старшее поколение сотрудников Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга (ГАИШ МГУ) неоднократно с благодарностью вспоминало общественную деятельность Юрия Наумовича в 40-е гг. Занимая вместе с Г.Ф. Ситником и К.А. Куликовым руководящее положение в партийной организации института, Ю.Н. Липский решительно выступил против политических репрессий по отношению к астрономам ГАИШ. Никто из сотрудников Института в эти мрачные годы не был репрессирован, хотя многие крупные астрономы Пулковской обсерватории были либо уничтожены, либо отправлены в сталинские лагеря. Один из выдающихся астрономов XX века И.С. Шкловский вспоминал впоследствии, что именно Юрий Наумович спас ему жизнь, отказавшись рассматривать заявление доносчика. По-видимому, только жившие в те годы в полной мере осознают, что подобную гражданскую позицию можно было занимать, лишь рискуя собственной жизнью.

После окончания аспирантуры в 1941 г. Ю.Н. Липский был принят в ГАИШ и стал заведующим Кучинской астрофизической обсерваторией. В этом же году публикуется его первая научная



Юрий Наумович Липский (1909–1978 гг.)



*Перед возвращением в мирную жизнь (1945 г.)*

работа "О дифракционном методе исследования щели спектрографа". По отзывам его коллег, статья отличалась оригинальностью подхода и тщательностью проведенных исследований.

В 1942-45 гг. Ю.Н. Липский участвовал в боях на Воронежском и Украинском фронтах, в Польше, Чехословакии, Германии, был трижды ранен и контужен. За военные заслуги его наградили боевыми орденами и медалями.

После демобилизации Ю.Н. Липский вернулся в ГАИШ на должность ассистента. Впервые объектом его научных интересов стала Луна, впоследствии превратившаяся в главное дело всей жизни. В 1948 г. Юрий Наумович защитил кандидатскую диссертацию на тему "Оценка массы лунной атмосферы по поляризационным исследо-

ваниям ее поверхности". В 1953 г. его назначили заведующим Лабораторией фотометрии и спектроскопии ГАИШ. Во время строительства нового здания ГАИШ на Ленинских горах Ю.Н. Липский активно работал в комиссии по оснащению научным оборудованием Института. Одновременно он читал курс теоретической физики для астрономов.

Большинство его научных работ 50-х гг. посвящены совершенствованию методики поляриметрических исследований. В 1958 г. Юрий Наумович с коллегами исследовал спектро-поляризационные особенности дневного и сумеречного неба по программе Международного геофизического года.

Звездный час в судьбе Ю.Н. Липского наступил накануне его пятидесятилетия: 7 октября 1959 г. советская автоматическая станция "Луна-3" впервые в истории получила снимки западной части обратной стороны Луны. По инициативе академика С.П. Королёва



одним из руководителей работ по изучению фотографий обратной стороны Луны становится Ю.Н. Липский. Он разработал и применил оригинальную методику изучения снимков, изобилующих множеством помех, что позволило значительно повысить дешифровочные свойства оригинальных изображений, и, несмотря на неблагоприятные условия съемки, выявить большое число образований рельефа на неизвестной ранее части лунной поверхности.

По результатам этих работ в 1960 г. совместно с ЦНИИГАиК были составлены первая в мире карта обратной стороны, а затем и первый глобус Луны, на которых появились новые названия: Море Москвы, Море Мечты, Залив Астронавтов, кратеры Циолковский, Курчатов, Менделеев, Джордано Бруно, Лобачевский, Пастер. Вскоре издали "Атлас обратной стороны Луны" под редакцией Н.П. Барабашова, А.А. Михайлова и Ю.Н. Липского.

В 1963 г. Юрию Наумовичу присуждается ученая степень доктора физико-математических наук.

В 1962-64 гг. на государственном уровне были приняты решения о программе исследования Луны космическими средствами, включающей дос-

*У первого глобуса Луны. Слева направо: М.У. Сагитов, Ю.П. Псковский, Ю.Н. Липский, Н.Б. Григорьева (1960 г.)*

тавку автоматических станций на лунную поверхность и подготовку к полету человека на Луну. Для обработки информации по инициативе С.П. Королёва в 1964 г. в ГАИШ создали отдел физики Луны и планет, заведующим которого был назначен Ю.Н. Липский. Некоторое время он еще продолжал заведовать также Лабораторией фотометрии и спектроскопии. Его научные интересы были весьма широки: от астрофизических исследований Солнца и планет до разработки новых методов изучения тел Солнечной системы с помощью ракетно-космической техники.

Юрий Наумович – автор новых методов спектрофотометрических и поляризационных исследований лунной поверхности и солнечной короны. Под его руководством аспирант М.М. Поспергелис сконструировал электронный поляриметр, позволяющий проводить измерение полного вектора Стокса. С помощью поляриметра впервые изучалась эллиптическая поляризация многих

лунных деталей и облачного покрова Юпитера и Сатурна.

До середины 60-х гг. восточная часть обратной стороны Луны оставалась неизученной. В конструкторском бюро С.П. Королёва разрабатывается новое поколение АМС для исследования тел Солнечной системы, в том числе Венеры и Марса. На стадии летных испытаний новых космических аппаратов один из них, “Зонд-3”, запущен в дальний космос. На трассе полета КА облетел Луну и передал на Землю новые снимки ее обратной стороны.

20 июля 1965 г. автоматическая межпланетная станция “Зонд-3” пролетела на расстоянии около 10000 км от лунной поверхности и передала на Землю около 30 снимков восточного сектора обратной стороны Луны, полученных с помощью новой, более совершенной фототелевизионной системы.

К этому времени установились прочные научные связи между Отделом физики Луны и планет, руководимым Ю.Н. Липским, и ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). Совместно с ЦНИИГАиК разработаны лунные карты с районами будущих посадок автоматических станций и пилотируемых кораблей. Ю.Н. Липский занимал должность научного консультанта ОКБ-1. Поэтому, как только с борта АМС “Зонд-3” были переданы первые изображения Луны, С.П. Королёв вызвал Юрия Наумовича с группой сотрудников для оперативной обработки поступающих данных.

В течение лета 1965 г. научная группа под руководством Ю.Н. Липского обработала результаты съемки Луны и подготовила первые публикации. По предложению С.П. Королёва были созданы вторая часть “Атласа обратной стороны Луны”, серия лунных карт и глобусов для перспективной программы исследований.

В ГАИШ была разработана методика привязки снимков невидимого полушария Луны по опорным пунктам видимой стороны, составлены фотокарта и каталог более 3000 новых образований. После обобщения результатов съемок АМС “Луна-3” и “Зонд-3” обнаружили асимметричное строение лунного шара,

так как базальтовые излияния, образующие лунные моря, расположены, преимущественно, на видимой стороне. На обратной стороне выявлены крупные кольцевые понижения диаметром 400–600 км, не заполненные лавой. Одному из таких крупных образований впоследствии присвоено имя С.П. Королёва.

В январе 1966 г. С.П. Королёв, в самый разгар работ над материалами съемок “Зонда-3”, ушел из жизни. Многие организационные мероприятия и вопросы, связанные с материальной и финансовой поддержкой работ, проводимых Ю.Н. Липским и его коллегами, решались при действенном вмешательстве С.П. Королёва. В свой последний рабочий день Сергей Павлович Королёв с Юрием Наумовичем обсуждали состояние работ...

После смерти С.П. Королёва создавалась сложная ситуация с выполнением комплекса работ, руководимых Ю.Н. Липским. Новое руководство ОКБ-1 не интересовалось научной проблематикой. Тесное сотрудничество разработчиков лунной космической программы с исследователями Луны было прервано.

В этот трудный период кооперация ученых из Москвы, Киева, Харькова, Ленинграда, созданная под руководством Ю.Н. Липского, получила активную поддержку академика В.П. Глушко – Главного конструктора ракетных двигателей. Валентин Петрович прекрасно понимал важность фундаментальных научных исследований для определения целей и задач космических проектов. Все последующие годы, вплоть до самой смерти Ю.Н. Липского, их связывали тесные, плодотворные отношения. Когда В.П. Глушко в должности Генерального конструктора возглавил НПО “Энергия”, возобновились работы по лунной тематике. В комплексном проекте создания обитаемой лунной базы В.П. Глушко поручил Юрию Наумовичу и его сотрудникам астрономическое обеспечение всех работ, в частности выбор места будущего базирования.

Благодаря поддержке В.П. Глушко в 1967 г. была успешно завершена подготовка второй части “Атласа обратной



стороны Луны", первой в мире полной карты и полного глобуса Луны. Авторский коллектив "Атласа" во главе с Ю.Н. Липским посвятил это издание памяти С.П. Королёва.

В развитие комплексной программы лунных исследований под руководством Ю.Н. Липского ГАИШ совместно с Топогеодезической службой СССР подготовил фотокарты видимого полушария Луны в масштабе 1 : 5000000, выпустил три издания полной карты Луны на 9 листах (масштаб 1 : 5000000), четыре издания глобуса Луны в масштабе 1 : 10000000. Совместно с ЦНИИГАиК создана карта экваториальной части видимого полушария в масштабе 1 : 1000000 на 7 листах, подготовлена и выпущена настольная карта всей поверхности Луны на одном листе в масштабе 1 : 10000000. Изданные большими тиражами, эти материалы используются в системе начального и высшего образования, в научных организациях и предприятиях космического профиля.

Работы, выполненные под руководством Ю.Н. Липского, имеют высокий международный авторитет. Незадолго до высадки на Луну американских ас-

*NASA прислало Ю.Н. Липскому атлас фотографий, полученных с борта американского космического аппарата "Рейнджер-7". Советник по науке американского посольства (в центре) демонстрирует атлас Ю.Н. Липскому и П.Г. Куликовскому (1965 г.)*

тронавтов по программе "Аполлон", ее руководитель В. фон Браун обратился с просьбой прислать ему набор лунных карт, изданных в нашей стране.

К 60-м гг. относится наиболее активный период сотрудничества Ю.Н. Липского с Г.Н. Бабакиным и руководимым им конструкторским бюро по созданию автоматических межпланетных станций для исследования Луны и планет Солнечной системы. В течение долгих лет плодотворные отношения связывали Ю.Н. Липского с заместителем главного конструктора этого КБ О.Г. Ивановским, много сделавшим для развития космической техники. При поддержке О.Г. Ивановского в Отделе физики Луны и планет ГАИШ был разработан один из экспериментов для самоходного аппарата "Луноход-1". Впоследствии он был осуществлен на "Луноходе-2".

В 1975 г. под научным руководством Ю.Н. Липского вышла в свет третья часть "Атласа обратной стороны Луны", представляющая собой заключительный обзор невидимого полушария, основанный на отечественных фотографических материалах АМС "Зонд-6, -7, -8" и фотографиях, полученных американскими космическими аппаратами. В атласе были приведены данные о фотокамерах, сеансах фотографирования, помещены отдельные снимки, фотосхемы и фотометрические карты, дано описание сети опорных пунктов и способа аналитической маршрутной фототриангуляции для координатной привязки снимков, выполнено сравнение каталогов опорных пунктов на невидимой стороне Луны, составленных в ГАИШ, ЦНИИГАиК и ИКИ РАН.

Один из разделов атласа посвящен созданию "Единой системы селенодизических координат 2900 точек на видимом полушарии", отнесенных к центру масс и главным осям инерции. Значительное место в Атласе отведено результатам фотометрического анализа космических снимков обратной стороны Луны с использованием усовершенствованного в ГАИШ метода получения фотометрических разрезов. Анализ уникальных материалов потребовал применения новых методов обработки, отвечавших специфике космических изображений. По просьбе Ю.Н. Липского на НПО "Энергия" сконструированы и изготовлены прецизионные сферические экраны для специальной измерительной установки, созданной в ГАИШ.

Уже после смерти Ю.Н. Липского изображения поверхности Марса с по-



мощью этой установки были преобразованы в глобусную проекцию для подготовки первого в нашей стране глобуса Марса.

Последняя работа Ю.Н. Липского, "Картографирование Луны", написанная в соавторстве с Ж.Ф. Родионовой, опубликована в сборнике "Успехи Советского Союза в исследовании космического пространства (второе космическое десятилетие 1967–1977 гг.)". Подведен итог значительному этапу в отечественных лунных исследованиях и в жизни Юрия Наумовича.

Несмотря на широту своих научных интересов и на значительные результаты, полученные в различных областях практической астрофизики, в мировой науке его имя связывается с исследованием обратной стороны Луны.

Ю.Н. Липский умер 24 января 1978 г. Решением Международного астрономического союза его именем назван кратер в самом центре невидимого полушария Луны.

*В.В. ШЕВЧЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
Ж.Ф. РОДИОНОВА,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ*

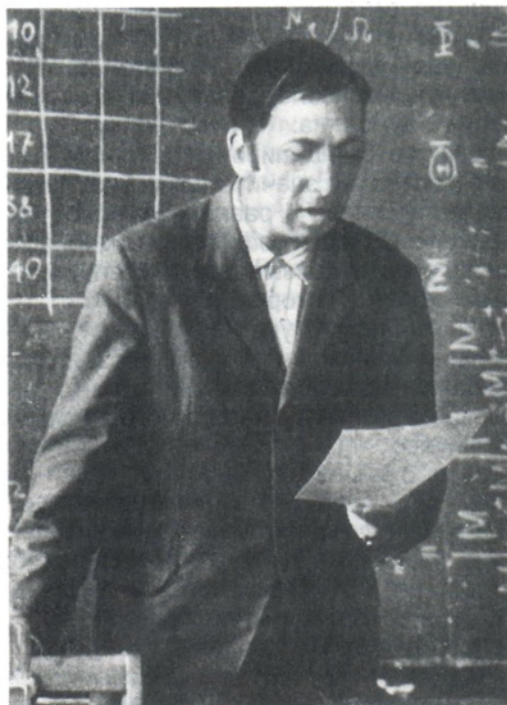
## Награда – российскому астроному

Американское астрономическое общество (ААО) присудило премию им. Брауэра за 1999 г. российскому астроному, доктору физико-математических наук Вадиму Анатольевичу Антонову, ведущему научному сотруднику Главной астрономической (Пулковской) обсерватории РАН. Эту, одну из самых престижных наград в астрономии, отделение динамической астрономии ААО ежегодно присуждает за выдающиеся

научные работы в области небесной механики, астрометрии, геодинамики, динамики звездных систем. Дирк Брауэр (1902–1966) – известный американский астроном голландского происхождения. Еще в начале века один из основоположников современной звездной астрономии Я.К. Каптейн (1851–1922) положил начало тесному сотрудничеству голландских и американских астрономов, которое продолжается до сих пор. Под влиянием Каптейна ряд молодых голландских астрономов – Б. Бок (1906–1983), А. ван Маанен (1884–1946) и др., отправились на постоянную работу в США. В их числе был и Д. Брауэр, большую часть жизни проработавший в Йельском университете. Научные интересы Брауэра в основном относятся к небесной механике: он разрабатывал теорию движения Луны, а в последние годы жизни – теорию движения искусственных спутников Земли. В числе первых Брауэр использовал ЭВМ для расчета движений планет.

В разные годы Брауэровской премией были отмечены такие выдающиеся астрономы-теоретики, как Г. Контопулос, Д. Линден-Белл, К. Хантер, М. Энн. В 1999 г. ААО впервые присудило ее российскому астроному – В.А. Антонову, яркому представителю петербургско-ленинградской школы звездной динамики, основанной К.Ф. Огородниковым (1900–1985).

Необычен путь Антонова в астрономию. В 1955 г., в возрасте 22 лет, он окончил биологический факультет



Пермского университета и до 1960 г. работал в Сельскохозяйственном институте. Одновременно самостоятельно изучал высшую математику и физику. Знакомство с научно-популярными книгами пробудило у Антонова серьезный интерес к астрономии. Однажды он прочитал в "Астрономическом журнале" статью профессора Ленинградского университета К.Ф. Огородникова о статистической механике галактик и послал автору письмо с критическими замечаниями. В результате завязавшейся научной переписки К.Ф. Огородников пригласил молодого биолога в аспирантуру математико-механического факультета Ленинградского университета, которую тот успешно окончил в 1964 г.

Три работы, выполненные в годы аспирантуры, принесли В.А. Антонову известность, хотя две из них были опубликованы в малотиражном журнале "Вестник Ленинградского университета". Две из этих статей ознакомили появление нового раздела динамики звездных систем – теории устойчивости бесстолкновительных моделей галактик. Первоначально эти работы не вызвали большого интереса. Более перспективным казалось тогда использование в звездной динамике приближенных методов, получающихся при перенесении на гравитирующие системы методов теории плазмы. И только молодой кембриджский астрофизик Д. Линден-Белл подчеркивал фундаментальную важность методов Антонова и старался обобщить их.

В начале 70-х гг. стало ясно, что приближенные методы могут приводить к неверным заключениям о динамической эволюции галактик, и тогда вырос интерес к точным методам. В.А. Антонов и его ученики уже внесли к этому времени крупный вклад в развитие линейной и нелинейной теории устойчивости звездных систем. Наибольший отклик вызвала вышедшая в 1973 г. статья, в которой впервые строго доказывалась неустойчивость сферических гравитирующих систем с чисто радиальными орбитами. Эта работа была опубликована в сборнике, вышедшем в Алма-Ате небольшим тиражом на газет-

ной бумаге без резюме на английском языке. Спустя 15 лет эту статью опубликовали на Западе, и она сразу же вызвала массу откликов. Скорее всего на ранних стадиях эволюции звездных скоплений и мало сплюснутых галактик преобладали радиальные движения. В пределе можно рассматривать модели, в которых все звезды движутся по прямолинейным орбитам и проходят через центр системы. О таких моделях (как и моделях противоположного типа, с круговыми орбитами) писал еще в 1928 г. известный математик и астроном-теоретик В.В. Степанов (1889–1950). Антонов доказал их неустойчивость. Вследствие коллективного взаимодействия частей системы и развития гравитационной неустойчивости у звезд возникают поперечные скорости, что приведет к перераспределению плотности в модели. После этого появилось большое число аналитических и численно экспериментальных работ, в которых подробно исследовалась открытая Антоновым "неустойчивость радиальных орбит". Вероятно, именно она приводит к установлению у эллиптических галактик наблюдаемого профиля плотности.

Большое принципиальное значение имеет и другая работа Антонова, опубликованная в 1962 г. в "Вестнике Ленинградского университета". В ней автор, продолжая исследования К.Ф. Огородникова, исследовал, при каких условиях в сферической гравитирующей системе, заключенной в оболочку, возникает наивероятнейшее распределение скоростей, при котором энтропия системы максимальна. Оказалось, что если радиус системы превосходит некоторое критическое значение, то статистическое равновесие невозможно и возрастание энтропии приведет к сжатию и разогреву центральных частей системы. Можно сказать, что теплоемкость гравитирующих систем отрицательна, поэтому в мире гравитации принципиально невозможна "тепловая смерть". Спустя несколько лет Д. Линден-Белл и его сотрудник Р. Вуд тщательно изучили результаты Антонова и предложили назвать открытое им явление "гравитермальной катастрофой".

В.А. Антонов провел выдающиеся исследования, относящиеся к теории орбит, динамике протопланетного облака, статистической динамике комет, теории геопотенциала и др. Совместно с К.В. Холшевниковым и Е.И. Тимошковой он написал монографию "Введение в теорию ньютоновского потенциала", а совместно с Б.П. Кондратьевым книгу, в которой обсуждались принципиальные вопросы квантовой механики. В 1978 г. он был награжден премией Ленинградского университета.

В.А. Антонов не занимает преподавательской должности и до сих пор не

имеет звания профессора. Но он – талантливый педагог. Шесть его бывших аспирантов защитили кандидатские диссертации. Двое из них стали профессорами. Большинство специалистов по звездной динамике бывшего СССР и многие петербургские небесные механики определили свои научные интересы под влиянием работ В.А. Антонова.

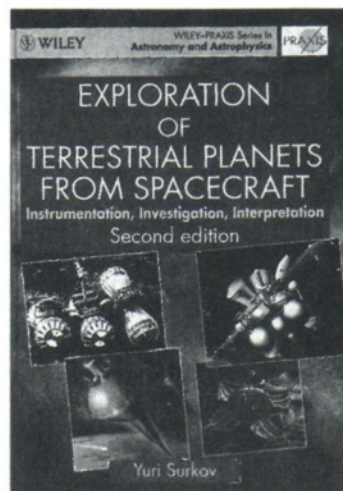
*Л.П. ОСИПКОВ,  
кандидат физико-математических наук,  
доцент  
Санкт-Петербургский государственный  
университет*

## Информация

**Премия  
им. А.П. Виноградова  
1999 г.**

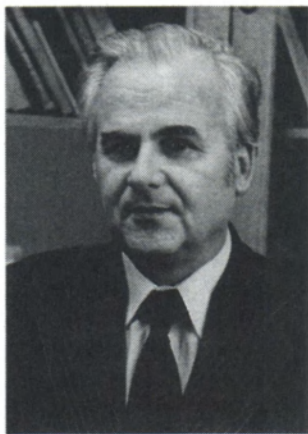
Последние 35 лет ознаменованы успехами в исследовании Луны и планет. Результаты полетов автома-

тических межпланетных станций углубили наши знания о Солнечной системе. Недавно вышла монография руководителя национальной планетной программы, создателя научных приборов для изучения небесных тел доктора физико-математических наук Ю.А. Суркова «Изучение планет "земного типа" космическими аппаратами» ("Exploration on Terrestrial Planets from Spacecraft", J. Welley & sons, London, England, 1999 г.; Земля и Вселенная, 1997, № 6, с. 53). В книге систематизируются и анализируются данные, переданные АМС. Она поможет разработать перспективные программы по дальнейшему изучению тел Солнечной системы. Президиум Российской академии наук присудил в 1999 г.



Ю.А. Суркову премию им. академика А.П. Виноградова за его монографию.

Редколлегия и редакция журнала "Земля и Вселенная" поздравляют Юрия Александровича с заслуженной наградой и желают ему дальнейших успехов.



## Александр фон Гумбольдт

*“Моя главная задача – изучение физики мира, строения земного шара, отношения органических существ к неодушевленной природе”.*

А. Гумбольдт

Этот человек вошел в ряд величайших гениев человечества. За свою долгую жизнь Гумбольдт сделал для познания Земли столько, сколько под силу лишь большому коллективу ученых. Основатель синтетического естествознания, он провозгласил многообразие природы как основу ее стабильности, что признано справедливым и для человеческого общества. Он, по существу, был первым уче-

ным, который исследовал всесторонне природу Америки. Путь в неизученные районы Азии пролег для Гумбольдта через Россию. Путешествие в эту страну – важнейший этап его биографии.

Александр фон Гумбольдт стал основоположником ряда наук геолого-географического цикла и утвердил в мировой науке принцип целостного понимания природы.

### ЕВРОПЕЙСКОЕ НАЧАЛО

В семье отставного майора прусской армии А.-Г. фон Гумбольдта и вдовы знатного сановника (урожденной фон Коломб) родились два гениальных сына: сначала Вильгельм, прославившийся как дипломат и философ-лингвист, и два года спустя, в 1769 г. (230 лет назад), – Александр, о котором позднее Гете скажет: «Он поистине “рог изобилия” науки о природе».

Детство братьев прошло в Берлине в фамильном замке Тегель, окруженном роскошным парком. Именно там началось общение с природой будущего естествоиспытателя. Повезло ему и с домашним учителем, умело подобравшим педагогов по отдельным предметам. Среди них выделялся ботаник Карл Вильденов, дружба с которым связала Гумбольдта надолго.

Рано появилась у Александра способность к рисованию, причем он любил рисовать пейзажи и “портреты” растений. Это очень пригодилось ему позднее в путешествиях (фотографии то еще не было). Увлёкся будущий ученый и геологией. Однако в школе, где учились дети дворян, его считали тугодумом, да и кличка у него была нелестная – “маленький аптекарь”.

В 19 лет вместе с братом Гумбольдт начинает учебу в Гёттингенском университете. Здесь он встретился с человеком, общение с которым очень повлияло на его дальнейшую судьбу, – с выдающимся писателем, общественным деятелем и ученым Георгом Форстером, участником 2-го кругосветного плавания Джеймса Кука. Форстер поделился своими впечатлениями с Гумбольдтом, пробудив в нем стремление к



Гумбольдт – студент Фрейбергской горной академии. 1805 г.

путешествиям. Позднее он сопровождал Александра в его первых походах по горам Гарца, а потом и по ряду стран Европы. В конце жизни Гумбольдт писал: “Я обязан своему учителю и другу Георгу Форстеру в отношении обогащения взгляда на природу, укрепления и развития того, что брезжило во мне”.

В первой опубликованной научной работе А. Гумбольдт, проводя собственные наблюдения над выходами базальтов на берегах Рейна, изложил свою теорию происхождения базальтов. Геология в то время была главным его увлечением. Он попросил очень известного тогда геолога Абрахама Вернера, основателя школы “нептунистов”, принять его слушателем во Фрейбергскую горную академию. “Нептунисты” считали, что в образовании земной коры главная роль принадлежит воде. Гумбольдт, став учеником Вернера, в то же время сблизился с противниками его теории – “плутонистами”, признававшими первостепенное значение в формировании Земли внутренних процессов в ее недрах (он дружил с Джеймсом Геттоном и Леопольдом фон Бухом). Во Фрейберге он познакомился также с русским студентом В.Ю. Соимоновым, впоследствии крупным рус-

ским геологом, переписка с которым продолжалась много лет.

Закончив академию, Гумбольдт, горный инженер, поднимается по служебной лестнице до должности главного директора рудника. Однако особенности его натуры не позволили ему сосредоточить интерес только на одной области науки. Работая на руднике, Гумбольдт одновременно увлекся ботаникой и физиологией животных, исследуя споровые растения (мхи, лишайники) и состояние животных во время зимней спячки. Именно тогда шведский ученый Валь назвал именем его, горного инженера, новый вид растений – лаурифолия Гумбольдта. В 1794 г. Гумбольдт собирался поехать в Россию, в Сибирь. Но более заманчивым показалось ему предложение Антуана де Бугенвиля участвовать в кругосветном плавании. Готовясь к путешествию, Гумбольдт приезжает в Париж, где знакомится с астрономами Ж.-Ж. Деламбером и Ж.-С. Лапласом, палеонтологом Ж. Кювье, химиком Л. Бертоле. Эти ученые – цвет тогдашней науки, и Гумбольдт вошел в их круг. Кругосветное путешествие не состоялось, а поездка в Россию осуществится лишь через 35 лет.

#### ВТОРОЕ ОТКРЫТИЕ АМЕРИКИ

В 1799 г. Гумбольдт добился у испанского короля разрешения на посещение заморских владений Испании и проведение там научных исследований с обязательством предоставить копии материалов испанским властям. Вместе с другом, французским ботаником Эме Бонпланом (1773-1858), тридцатилетний горный инженер Александр Гумбольдт едет в Новый Свет. Позднее поездку двух молодых людей назовут “вторым открытием Америки”, совершенным через три столетия после открытия Колумба.

Они и отправились “путем Колумба”: легкий фрегат “Писарро” из североиспанского порта Ла Коронья пошел на запад, к Кубе, используя пассатные ветры



А. Гумбольдт и Э. Бонплан во время южно-американского путешествия

и экваториальное течение. Шла война с Англией, и блокированный британской эскадрой порт пришлось покидать ночью, во время шторма.

Как и у Колумба, первая остановка – Канарские острова. Здесь начались великие открытия Гумбольдта, относящиеся не только к Америке, но и вообще к закономерностям построения Природы Земли. Взойдя на пик Тейде на о. Тенерифе, Гумбольдт обнаружил закономерную смену растительности при подъеме. Так был открыт закон вертикальной поясности, действующий во всех горных областях Земли.

Ссылный декабрист Г. Батенков, с которым Гумбольдт через 30 лет встретится в Томске, заметил: “Дар Гумбольдта есть аналитический и поэтиче-

ский...” Будущий автор уникальной книги “Космос” писал: “Мы не переставали каждую ночь восхищаться красотой южного неба, которое, по мере того как мы продвигались к югу, открывало нашим взорам новые созвездия. Я не могу передать то странное чувство, какое испытываешь, приближаясь к экватору, и в особенности переходя из одного полушария в другое, когда видишь, как постепенно опускаются и, наконец, скрываются звезды, знакомые с раннего детства...”

Эпидемия тропической лихорадки, вспыхнувшая среди пассажиров фрегата, заставила капитана вместо Гаваны на Кубе причалить в порту Кумана, на территории теперешней Венесуэлы. Именно там возникло в 1520 г. первое испанское поселение в Южной Америке. Гумбольдт смог начать экспедицию с великой американской реки Ориноко.

В первые же дни пребывания в Южной Америке натуралисты были бук-

важно потрясены богатством природы, несоизмеримым с тем, что они видели в Европе. Потом Гумбольдт узнает, что только видов деревьев здесь в 20-30 раз больше! Сделаны были и другие открытия. Так, посетив гигантскую пещеру Гуахаро, Гумбольдт обнаруживает в ней признаки, роднящие ее со многими пещерами, которые он уже видел. Ученым сделаны глобальные обобщения, позволившие назвать его предтечей современной спелеологии и основателем таких наук, как палеозоогеография и подземная метеорология.

В одну из ноябрьских ночей Гумбольдт наблюдал необычайно густой "звездопад", почти на четыре часа заполнивший все небо. Попытавшись определить высоту, с которой летели светящиеся частицы, он пришел к выводу, что Земля прошла через гигантское скопление метеоритов в космическом пространстве. Это явление он назвал "метеоритным дождем". Надо заметить, что всего за 10 лет до этого Французская академия наук с великим Лавуазье во главе вынесла решение, согласно которому "камни с неба падать не могут, потому что на небе их не может быть".

Переждав сезон дождей в Каракасе, Гумбольдт и Бонплан в начале февраля 1800 г. отправились к верховьям Ориноко. Пересекая раскаленную солнцем бескрайнюю степную равнину *льянос*, они исследовали многообразие животного и растительного мира. В это время Гумбольдт пришел к одному из важнейших своих заключений: *"Вся органическая природа объединена общей связью"*.

С верховьев Ориноко ученые переходят на притоки Амазонки. Немало испытал, в том числе и приступ тропической лихорадки, в конце августа 1800 г. они возвратились в Куману.

Итог первой экспедиции, во время которой было пройдено около 6500 миль по труднодоступной и неизученной части Южной Америки: собрано около 12 тыс. образцов растений (около 1400 видов ученые определили самостоятельно, в полевых условиях).

На Кубе Гумбольдт большую часть времени посвятил изучению докумен-

тов, связанных с историей уничтожения индейского населения на острове и формирования рабовладельческих отношений.

Потом в течение долгих 55 дней продолжалось плавание по реке Магдалене на юг, к Лиме, где Гумбольдт надеялся попасть на корабль, совершавший кругосветное путешествие. Корабль в порт не пришел. На пути к Лиме Бонплан и Гумбольдт пересекли Анды. Восемь месяцев они провели в крупнейшем городе инкской империи Кито, расположенном на склоне вулкана Пичинчу. Циклопические сооружения инков: храмы, пирамиды, дороги в горах, мощенные камнем, — все это с исключительным вниманием изучал Гумбольдт. Так глубоко историей древней цивилизации Америки до этого никто не интересовался.

Об огромной силе внутренних процессов Земли свидетельствовали частые землетрясения, следы катастрофического землетрясения в Кито, унесшего почти 40 тысяч жизней. Гумбольдт и Бонплан предприняли восхождение на высочайший вулкан Анд Чимборасо (6267 м), но вынуждены были вернуться назад, не дойдя до вершины всего 391 м. Во время восхождения Гумбольдт исследовал комплекс вулканических пород. Это была первая научно-альпинистская экспедиция. После нее ученик "нептуниста" Вернера стал убежденным "плутонистом".

В октябре 1802 г., преодолев Анды, путешественники пришли в Лиму, на берег Тихого океана. Там Гумбольдт с удивлением обнаружил, что вода слишком холодна для тропиков — всего +16°C. В результате было открыто Перуанское течение, которое впоследствии стали называть течением Гумбольдта.

Из Лимы путешественники проплыли по этому течению на небольшом судне вдоль всего южноамериканского побережья до Мексики. Во время плавания была возможность исследовать влияние течения на климатические условия омываемых им территорий. Гумбольдта занимала проблема климатов Земли. Он пришел к заключению, что климат определяется не только изменениями в



*Южноамериканский вулкан Катопах. По эскизу А. Гумбольдта*

величине солнечного излучения при смене географической широты. Существенные коррективы вносит распределение моря и суши, а особенно значительное воздействие оказывают океанские течения, переносящие мощные потоки тепла или холода.

#### 30 ТОМОВ АМЕРИКАНСКОГО "ОТЧЕТА"

Гумбольдт и Бонплан вернулись в Европу в конце июля 1804 г. Они попали в Париж вскоре после того, как Наполеон был провозглашен императором. Наполеон отнесся к Гумбольдту более чем прохладно, но научная общественность устроила триумфальную встречу ученому, совершившему "новое открытие Америки". Все были потрясены обилием привезенного им материала. Ведь только гербарий содержал около 4 тыс. новых видов растений. Кроме того, были привезены многочисленные карты, зарисовки растений, животных, невиданных ландшафтов. Для самого ученого сильнейшим впечатлением было открытие мощных Андийских вулканов. И он отправляется в

Италию знакомиться с классическим вулканом Везувием (поднялся на его вершину вместе с известным физиком Луи Гей-Люссаком и геологом Леонардом фон Бухом). В Италии Гумбольдт встретился со своим братом Вильгельмом, находившимся там на дипломатической службе, и с его помощью получил место в Берлинской академии наук. В течение года он проводит регулярные наблюдения за поведением магнитной стрелки и впервые фиксирует магнитную бурю во время появления редкого в Берлине северного сияния.

Первая книга по материалам американского путешествия опубликована в 1808 г. Это – "Картины природы". На протяжении более 40 лет вышло три ее издания, каждое из которых дополнялось новыми очерками. В издании 1849 г. их было уже восемь: о степях и пустынях, о порогах Ориноко, о вулканах, о плоскогорье Кахамарка в Южной Америке. В книге не сухое изложение результатов наблюдений, а поэтизированные описания ландшафтов и размышления об увиденном. Вполне справедливо "Картины природы" считаются первой научно-художественной книгой, а А. Гумбольдт – основателем жанра, широко развившегося в XX в. П.А. Кро-

поткин писал, что это “один из самых прекрасных опытов поэтического истолкования Природы во всем разнообразии ее явлений”.

Первое русское издание “Картин природы” вышло в 1862 г. с предисловием выдающегося естествоиспытателя России К.Ф. Рулье, который отметил, что книга обозначила “новое направление в изложении естественно-исторических данных, доступных обществу”. В первое издание сборника включены очерки о степях, пустынях, о порогах Ориноко и “физиономике растений”; последующие издания дополнены очерками о вулканах, плоскогорьях Кахамарка в Южной Америке и эссе “Жизненная сила...”.

Одним из первых Гумбольдт заявил о взаимосвязанности неорганической природы, о повсеместном распространении жизни на Земле.

#### ГУМБОЛЬДТ В РОССИИ

Второе великое путешествие Гумбольдта, в Азию, проходило, естественно, через Россию. О посещении России, без преувеличения можно сказать, ученый мечтал всю жизнь. Еще во Фрейбергской горной академии в 1792 г. он познакомился с русским студентом В.Ю. Соймоновым. В истории России XVII и XVIII вв. известны еще два носителя этой фамилии – гидрограф и губернатор Сибири М.И. Соймонов и главный горный инженер России, возглавлявший берг-коллегию, – М.Ф. Соймонов. В.Ю. Соймонов известен меньше, но был тоже личностью незаурядной. Он несколько лет руководил горным делом на Урале, где при нем было открыто россыпное золото, которое, как считалось ранее, могло быть встречено только в тропических странах. Первоначально отстраненный от работы как “вольнодумец”, Соймонов стал затем организатором золотодобычи на Урале. И вот его-то молодой Гумбольдт просил помочь устроиться “на постоянную должность в Сибирь, в Тавриду, на Кавказ... для работы по геогнозии или ботанике”. Судьба сложилась так, что прежде состоялось путешествие в Америку.

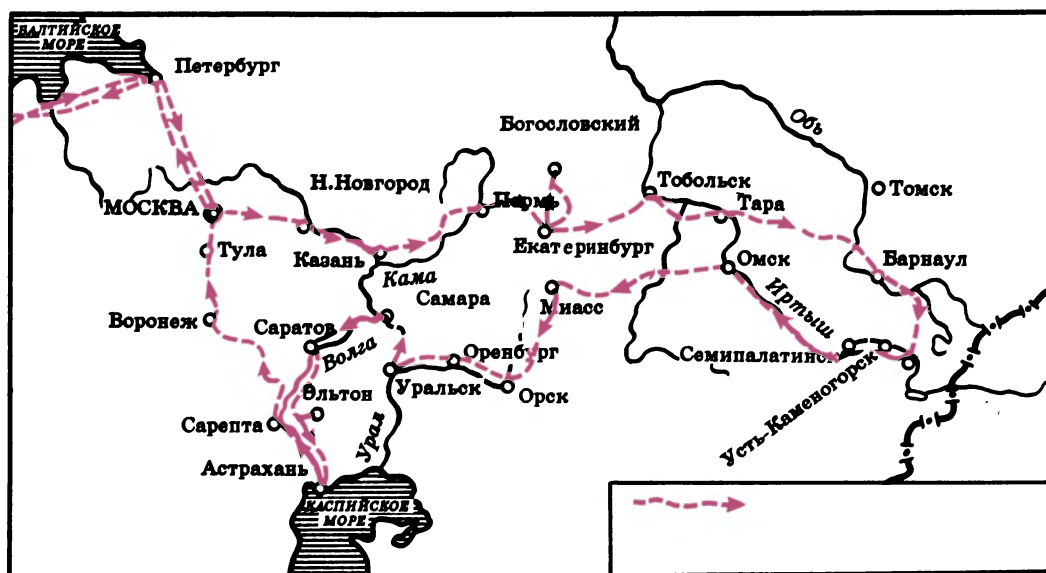
По возвращении из Нового Света Гумбольдт будет получать приглашения уже непосредственно от царской

фамилии. Однако всякий раз возникали помехи: то дипломатические осложнения, то войны. В 1808 г. министр коммерции России граф Н.П. Румянцев предложил ему присоединиться к русскому посольству, направлявшемуся в Кашгар и Тибет. Но в это время Наполеон разгромил Пруссию и вошел в Берлин. В 1812 г. сам Гумбольдт предложил русскому правительству план путешествия – через Россию на Камчатку. Помешала этому начавшаяся Отечественная война с Наполеоном. Было еще несколько приглашений... Только в 1829 г. Гумбольдт, наконец, пересек границу России. Его сопровождают много путешествовавший по Африке Х.Г. Эренберг и профессор-минералог Густав Розе.

Больше всего Гумбольдту хотелось попасть в Центральную Азию, на Тянь-Шань, чтобы увидеть вулканы, которых, он был уверен, там должно быть немало. Но маршрут его иной... Он смог потом сказать: *“Настоящую радость азиатского путешествия дал нам только Алтай...”* Это был восточный предел его путешествия по России.

Горы Алтая во многом напомнили ему Анды. А бурная ночь с ливнем и штормовым ветром на берегу Оби заставила вспомнить ночь, проведенную на Ориноко. Сходные ассоциации вызвал и сплав на протоках вниз по Иртышу. Почти как по Ориноко, хотя и река была другой, и берега, и плот... Вулканов он на Алтае не нашел, а на вершинах гор – алтайские “белки” – не поднимался, предоставив это более молодому Эренбергу, который дал описание смены вертикальных ландшафтных поясов на Алтае.

В Усть-Каменогорске Гумбольдту подарили китайский компас. И вскоре на Урале, в Миассе, по беспорядочному поведению магнитной стрелки он сделал открытие магнитной аномалии – месторождения железных руд. Гумбольдт, по существу, впервые применил новый геофизический метод поиска полезных ископаемых. Земной магнетизм стал главной темой в докладе о поездке, сделанном Гумбольдтом на заседании Российской академии наук. Он призвал организовать на территории России побольше магнитных обсерваторий.



Карта путешествия А. Гумбольдта по России в 1829 г. Стрелка показывает направление маршрута

На Урале Гумбольдт встречается с двумя молодыми натуралистами, выпускниками Дерптского университета Э.К. Гофманом и Г.П. Гельмерсеном, позже ставшими известными российскими геологами. Ранее минералог Э.К. Гофман совершил кругосветное путешествие на шлюпе, которым командовал О.Е. Коцебу, побывал в Русской Америке и Калифорнии, где почти вышел на маршрут Гумбольдта. Потом на Камчатке он совершил восхождение на Авачинскую сопку, действующий вулкан.

Посетив одно из золотоносных месторождений Урала, Гумбольдт предположил, что там же должны залегать и алмазы. Буквально через несколько дней алмазы в этом месте были найдены. Неподалеку от Перми Гумбольдт обратил внимание на то, что, как ему показалось, не похожие породы. Через 10 лет он написал о них английскому геологу Р. Мерчинсону, уезжавшему в Россию. Мерчинсон, исследовав эти отложения, выделил особый геологический период – пермский.

С Урала группа ученых направилась к Каспийскому морю. Здесь, в Прикас-

пийской низменности, им встретились грязевые вулканы. Прежде Гумбольдт их считал родственными настоящим вулканам, но теперь признал свою ошибку.

По Каспию Гумбольдт совершил небольшое плавание, посетил озера Эльтон и Баскунчак, г. Астрахань, Калмыцкие степи. В Оренбурге произошла знаменательная встреча с Г.С. Карелиным (1801-1872), который, по существу, продолжит не только каспийское, но и алтайское путешествие Гумбольдта, проведя в этих районах разносторонние исследования.

За 23 недели путешествия по России Гумбольдт со своими спутниками преодолел 14,5 тыс. верст, в том числе 690 верст по рекам и около 100 верст по Каспийскому морю. Через реки переправлялись 53 раза, в том числе 10 раз – через Волгу, 2 раза – через Каму, 8 – через Иртыш и дважды – через Обь.

Хотя материалов в российском путешествии собрано, конечно, меньше, чем в американском, но они теоретiku Гумбольдту послужили основанием для грандиозных обобщений. Им была построена схема расположения горных хребтов всей Азии, но, как вскоре выяснилось, не вполне соответствующая действительности. Это и понятно, по-



скольку данных было явно недостаточно. Тем не менее во многом интуиция не подвела великого натуралиста.

Согласно схеме Гумбольдта, широтно направленные хребты Центральной Азии пересекают меридиональные хребты, среди которых особое место отводится хребту Болор, перерезающему Тянь-Шань, Куньлунь, Гиндукуш и соединяющему их в одну систему. Вот этот-то хребет Болор, о котором писали все предшественники Гумбольдта, и оказался несуществующим. Это была главная ошибка Гумбольдта. Позднее русские исследователи Азии Н.А. Северцов, П.А. Кропоткин и В.А. Обручев исправили ее.

В 1854 г. к Гумбольдту, читавшему лекции в Берлинском университете, подошел русский слушатель, магистр ботаники П.П. Семенов, и сказал о своем намерении исследовать пока еще неизвестный Тянь-Шань. Гумбольдт попросил его привезти с Тянь-Шаня образцы вулканических пород. П.П. Семенов совершил свое путешествие, в память о котором спустя много лет получил к своей фамилии приставку Тянь-Шанский, но

просьбу Гумбольдта не исполнил, потому что вулканов на Тянь-Шане не нашел... Так была исправлена еще одна ошибка Гумбольдта. Впрочем, ошибочным было лишь преувеличение роли вулканизма в Центральной Азии.

“КОСМОС”: “ЕДИНСТВО ВО МНОЖЕСТВЕ”

В возрасте 74 лет Александр фон Гумбольдт приступил к работе над книгой “Космос”, которую для себя считал главной. Этому грандиозному труду в 5 томах он отдал почти 20 лет своей жизни, но не успел его закончить...

Первые два тома отражают мировоззрение гениального ученого. Он начинает свой труд с изложения методологии. Ее основной принцип им излагается так: *“Для разумного созерцания природы есть единство во множестве, соединение разнообразного по форме и составу... Главная цель разумного изучения природы состоит в том, чтобы в разнообразии узнать единство...”*

Второй том посвящен науке и искусству, третий – астрономическим явлениям, четвертый – геологическим проблемам. В пятом, только начатом томе автор собирался изложить свои взгляды на развитие жизни и человечества. Если бы труд был завершен, то перед читателем предстала бы необычайной стройности конструкция.

В основе повествования лежат путешествия Гумбольдта по Америке и Азии. Они, как он говорил, *“должны были побуждать стремление к общим воззрениям... неопределенно носившаяся передо мною идея физического землеописания расширилась созерцанием всего созданного в земных и небесных пространствах – быть может, по слишком смелому плану – до идеи физического миропонимания”*. От описания Земли Гумбольдт предполагал плавно перейти к описанию Вселенной. Космос, в понимании Гумбольдта, – это *“Небо и Земля, весь вещественный мир”*.

В.И. Вернадский писал, что Гумбольдту удалось блестяще осуществить *“синтез Числа и Красоты”*. Его концеп-

ция Космоса – целостно-эволюционная, и в этом, по словам историка наук о Земле И.М. Забелина, “непреодолимая заслуга Гумбольдта перед естествознанием”. Жизнь – определенный этап эволюции Природы (Космоса).

Гумбольдт первым заявил, что все живое взаимосвязано, образует одну систему, одно целое. Он стал автором понятия биосферы как “сферы жизни”, применив сочетание немецкого слова “leben” (“жизнь”) и греческого “сфера” (этот термин не удержался, но он точно отвечает современному понятию “биосферы”).

Гумбольдт утверждал, что жизнь покрывает земной шар сплошной оболочкой. Его убеждение во “всеоживленности” Земли нашло подтверждение в доставленных из Антарктиды экспедицией Джона Росса образцов, содержащих микроорганизмы (Земля и Вселенная, 1999, № 5).

Наконец, Гумбольдт ввел в мировую науку еще два понятия, ставшие актуальными спустя полтора столетия. Это – “сфера техники” (техносфера) и “сфера интеллекта” (“сфера разума” – ноосфера, по В.И. Вернадскому).

Огромно влияние, оказанное Александром фон Гумбольдтом на формирование общечеловеческого мировоззрения, его испытывали многие выдающиеся ученые XIX и XX столетий. Гумбольдт привел в совершенную систему взгляды на единство природы и человека, Земли, Солнечной системы и всего сущего во Вселенной. Целая плеяда российских естествоиспытателей считали себя учениками Гумбольдта. Это А.И. Воейков, В.В. Докучаев, П.А. Кропоткин, М.М. Венюков, В.И. Вернадский. Все они стремились к комплексному, целостному познанию природы, и



мысль Гумбольдта о “единстве во многообразии” стала в их творчестве руководящей.

Знаменательно, что последние строки Гумбольдта, которые оборвала смерть, настигшая его в 1859 г. на 90-м году жизни, были посвящены России. Он перечислял горные породы Алтая, и перо выпало из его руки после слов “коргонский крапчатый порфир, украшающий собою Петербургские дворцы”...

В.А. ЕСАКОВ,  
доктор географических наук  
Институт истории естествознания и  
техники  
им. С.И. Вавилова РАН  
В.А. МАРКИН,  
кандидат географических наук

## Третья Международная астрономическая олимпиада

М.Г. ГАВРИЛОВ,  
кандидат физико-математических наук

---

Эта астрономическая олимпиада школьников проходила с 20 по 27 октября 1998 г. в Специальной астрофизической обсерватории РАН на Северном Кавказе. В ней приняли участие пять национальных команд, а также несколько наблюдателей из европейских стран.

Олимпиада проводилась по той же схеме, что и раньше (Земля и Вселенная, 1998, № 3). Официальными языками были русский и английский. На этих языках оргкомитет подготовил задания, а перед турами руководители команд могли перевести задания на родные языки участников (этим правом воспользовались команды Болгарии и Бразилии). Школьники были разделены на две группы: VIII-X классы (возраст участников до 16 лет) и XI-XII классы (до 18 лет).

### **ЗАДАЧИ ОЛИМПИАДЫ Теоретический тур VIII-X классы**

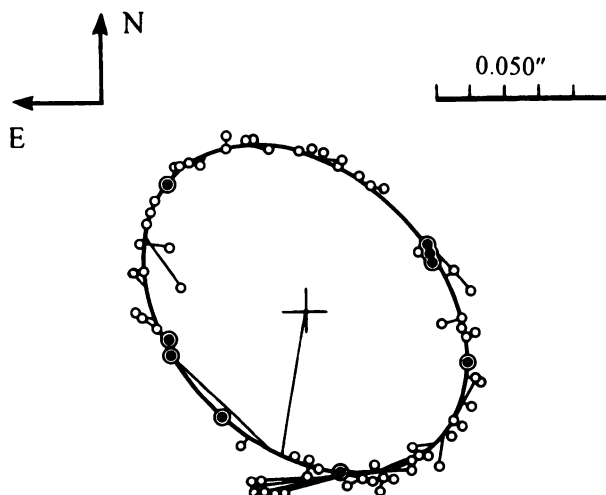
1. Что можно чаще увидеть на небе Луны: Солнце или Землю?
2. Огромная пушка выстрелила из Англии так, что послала почтовый снаряд в Новую Зеландию. Оцените время его полета.
3. Экваториальные координаты точки весеннего равноденствия –  $0^h$  и  $0^\circ$ . А каковы координаты северного полюса эклиптики?
4. Предположим, что Солнце в результате неожиданного коллапса превратилось в черную дыру. Как при этом изменится орбитальный период Земли?
5. Можно ли различить невооруженным глазом на Луне Море Кризисов, диаметр которого 520 км?
6. В эллиптической галактике M32 (спутник Туманности Андромеды) примерно 250 млн звезд. Видимый блеск этой галактики – 9<sup>m</sup>. Считая, что все

звезды в галактике примерно одинаковые, числите видимый блеск одной ее звезды.

### **XI-XII классы**

1. Можно ли наблюдать на Луне солнечные затмения, метеоры, кометы, полярные сияния, радугу, серебристые облака, искусственные спутники?
2. Переменные звезды цефеиды есть в любой галактике, в том числе и в нашей. Почему же зависимость “период–светимость” для цефеид удалось установить только после их открытия в Магеллановых Облаках?
3. Прецессия (предварение равноденствий) – это медленное ( $\approx 50''$  в год) перемещение точек равноденствия. По какому кругу небесной сферы происходит это перемещение: по экватору или по эклиптике?
4. Искусственный спутник Земли движется со скоростью 6,9 км/с по круговой орбите в плоскости

Относительная орбита звезды Капелла В, определенная по многолетним наблюдениям на разных обсерваториях. В центре (крестик) – положение звезды Капелла А. Оно соединено линией с точкой периастра орбиты Капеллы В



экватора в направлении вращения Земли. С каким периодом он будет проходить через зенит пункта, лежащего на экваторе?

5-6. См. Задачи 5-6 для VIII-X классов.

### Практический тур

1. Масса компонент Капеллы

6-м телескоп CAO – один из немногих, на которых проводятся спекл-интерферометрические наблюдения тесных визуально-двойных звезд. Их цель – прямое измерение масс звезд. Вам предлагается, используя наш наблюдательный материал, оценить массы компонент Капеллы.

Капелла ( $\alpha$  Aur) – очень тесная визуальная пара. На рисунке дана относительная орбита компоненты В по многолетним наблюдениям на разных обсерваториях. Положение компоненты А отмечено крестиком и соединено прямой с точкой периастра. Приведены кривые лучевых скоростей компонент. Параллакс Капеллы  $p = 0,077''$ . Пери-

од обращения компонент  $P = 104^d$ .

Рассмотрите пространственную модель системы, учитывая, в частности, эксцентриситет орбиты и наклон ее плоскости к лучу зрения.

Используя третий закон Кеплера, оцените массы компонент.

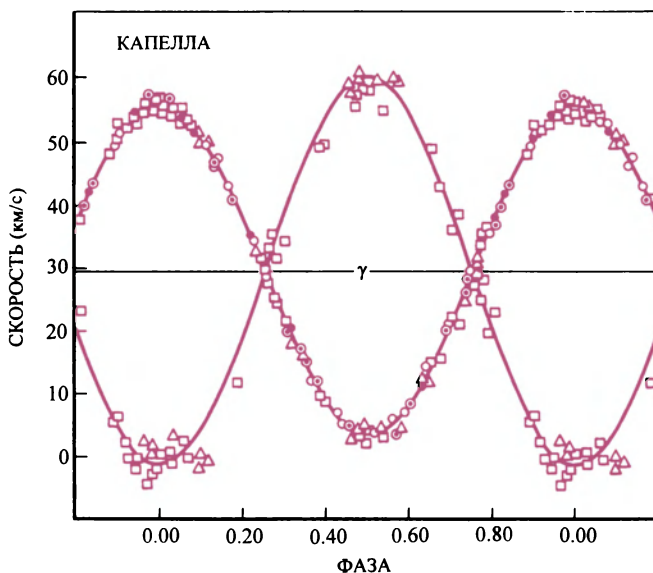
Рассмотрите возмож-

ные источники погрешностей Вашей оценки.

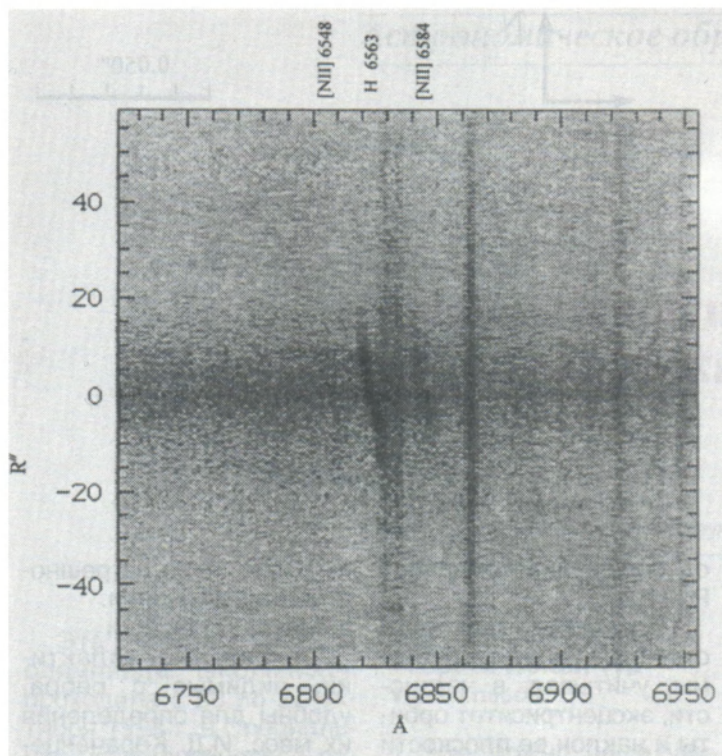
2. Масса галактики

Спиральные галактики, видимые с ребра, удобны для определения их масс. И.Д. Караченцевым с сотрудниками составлен каталог таких галактик и выполнена их спектроскопия.

Дан спектр одной из них, NGC



Кривые лучевых скоростей компонент визуально-двойной звезды Капелла. По горизонтальной оси отложена фаза (доля периода), по вертикальной – лучевые скорости, выраженные в км/с



Спектр галактики NGC 1908. Щель спектрографа совмещена с большой осью галактики. Вертикальные прямые – изображения линий излучения ночного неба. Остальные линии принадлежат галактике, вверху указаны их лабораторные длины, внизу – измеренные

ца, сделанные в предыдущие дни на РАТАН-600. Отметьте их соответствующими буквами.

Радионаблюдения проводились в полдень, ножевая диаграмма направленности была ориентирована вертикально и перекрывала весь диск Солнца.

## 2. Звездокол

Тот телескоп прозвали

Звездоколом

За то, что каждую звезду колол

На две, на три звезды –

как шарик ртути,

Лежащий на ладони,

можно пальцем

Разбить на два-три шарика

поменьше

Роберт Фрост. “Звездокол”

(пер. А. Сергеева)

С помощью школьного телескопа найдите и разделите на компоненты несколько (не более 5) визуально-двойных звезд. Обратите внимание на блеск и цвета компонент. Объясните наблюдаемое соотношение блеска и цветов компонент.

## Краткие решения задач теоретического тура.

### VIII-X классы

1. Поскольку Луна совершает один оборот вокруг оси относительно направ-

1908 в Драконе. Он получен 4 марта 1997 г. с помощью спектрографа, размещенного в прямом фокусе 6-м телескопа САО. Щель спектрографа была совмещена с большой осью галактики. Вертикальные прямые, пересекающие спектр, – линии эмиссии ночного неба, Остальные линии принадлежат галактике, их лабораторные длины волн указаны. При определении массы галактики использовано значение постоянной Хаббла  $H = 74 \text{ км/с} \times \text{Мпк}$ .

Вам предлагается повторить оценку массы галактики.

Напоминаем, что  $1 \text{ пк} = 3,09 \times 10^{18} \text{ см}$ , масса Солнца  $M = 2 \times 10^{33} \text{ г}$ , а постоянная тяготения

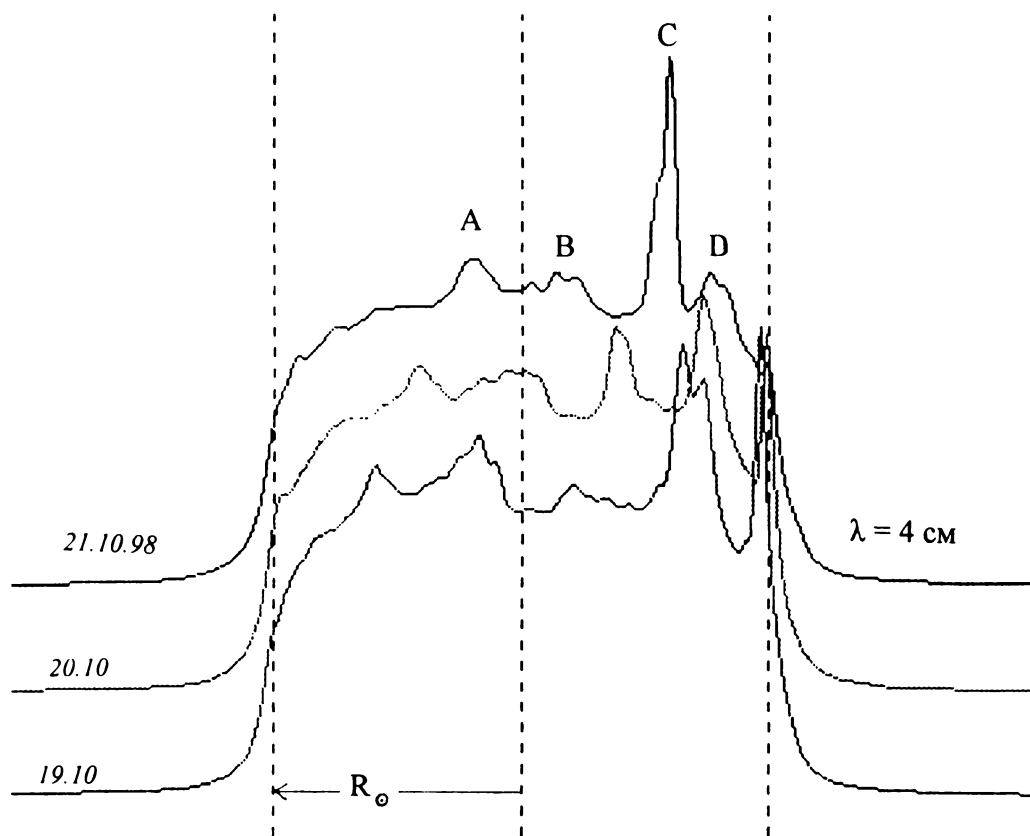
$$G = 6,67 \times 10^{-8} \text{ дин} \times \text{см}^2/\text{г}^2.$$

Объясните, почему двумерный спектр галактики выглядит именно так. Оцените массу NGC 1908 и сравните ее с массой нашей Галактики. Рассмотрите возможные неточности оценки.

## Наблюдательный тур

1. Солнце в оптическом и радио-диапазонах

С помощью школьного телескопа рассмотрите и зарисуйте детали, видимые на диске Солнца. Сориентируйте изображение Солнца по странам света. Отождествите детали рисунка с деталями одномерных радиоразрезов Солн-



Радиоразрезы Солнца в три последовательных дня. Диаграмма направленности ориентирована вертикально

ления на Солнце за синодический месяц, равный 29,53 сут., в любой точке ее поверхности Солнце видно над горизонтом в течение примерно двух недель, а в следующие две недели его не видно. Земля постоянно видна только из одного полушария Луны (мы называем его видимой стороной Луны), а из другого полушария (обратная сторона Луны) Землю не видно никогда. Поэтому на видимой стороне Луны чаще видна

Земля, а на невидимой – Солнце.

2. Англия и Новая Зеландия расположены на земном шаре диаметрально противоположно. Следовательно, траектория полета снаряда будет весьма близка к половине оборота вокруг Земли искусственного спутника, движущегося по низкой орбите. Продолжительность такого оборота (гагаринский полет) – 1,5 часа, значит снаряд долетит до цели минут за 45.

3. Вспомнив величину наклона земной оси к плоскости эклиптики ( $\epsilon = 23,5^\circ$ ), без труда найдем, что северный полюс эклиптики имеет прямое

восхождение  $18^h$  и склонение  $66,5^\circ$ .

4. Если в процессе коллапса Солнце не потеряло вещество и не излучило гравитационные волны, то его масса не изменится и орбита Земли.

5. Луна видна на небосводе под углом  $31'$ . Ее линейный диаметр  $3476$  км. Море Кризисов будет видно под углом  $31' \times 520/3476 = 4,6'$ . Формально это в 3-5 раз превышает предел углового разрешения глаза. Действительно, зоркий глаз в хороших условиях способен различить Море Кризисов. Оно имеется на зарисовках Луны, сделан-

ных до изобретения телескопа.

$6.250 \text{ млн} = 2,5 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100$ . Блеск одной звезды будет на  $1^m + 5^m + 5^m + 5^m + 5^m = 21^m$  слабее блеска всей галактики, т.е. составит  $9^m + 21^m = 30^m$ .

## XI-XII классы

1. Метеоры, полярные сияния, радуга и серебряные облака – атмосферные явления, а на Луне атмосферы нет; значит они там не наблюдаются. А вот затмения Солнца Землей, искусственные спутники Луны и кометы на Луне наблюдаются даже лучше, чем на Земле, поскольку не мешает атмосфера.

2. Так как все цефеиды Магеллановых Облаков находятся примерно на одинаковом расстоянии

от Земли, их блеск пропорционален светимости. Найденная астрономами зависимость

“период–блеск” для цефеид в Магеллановых Облаках натолкнула их на мысль, что существует зависимость “период–светимость”. Наблюдения цефеид в любой другой галактике могли бы дать те же результаты: важно, что расстояния до галактики много больше, чем между исследуемыми звездами.

3. Перемещение точек равноденствия происходит по эклиптике, поскольку смещается в пространстве плоскость земного экватора.

4. Поскольку роль центростремительной силы  $mV^2/R$  играет сила гравитационного притяжения Земли  $GmM_0/R^2$ , приравняем их друг к другу и

найдем скорость движения спутника по круговой орбите:  $V = (GM_0/R)^{1/2}$ .

Вспомнив, что  $GM_0 = gR_0^2$ , найдем орбитальный период:

$$P = 2\pi R_0 / V =$$

$$= 2\pi GM_0 / V^3 =$$

$$= 2\pi gR_0^2 / V^3 \approx 127 \text{ мин.}$$

Используем уравнение синодического движения, учитывая, что спутник движется в направлении вращения Земли:  $1/T = 1/P - 1/P_0$ . Здесь  $P_0$  – период вращения Земли. Отсюда  $T = P_0 P / (P_0 - P) \approx 139 \text{ мин.}$

5-6. См. Решения задач 5-6 для VIII–X классов.

## Информация

### Беглые астероиды

Обычно считалось, что астероиды главного пояса, расположенного между Марсом и Юпитером, могут покинуть его только в результате взаимных столкновений. Однако в последние годы специалисты по небесной механике обнаружили в поясе астероидов две узкие зоны, в которых гравитационное действие Юпитера способно вызвать хаотические движения попадающих в них

объектов. Некоторые могут быть выброшены отсюда в сторону Земли.

В 1999 г. астрономы Туринской обсерватории (Италия) установили, что и притяжение Марса способно привести к хаосу в некоторых областях пояса астероидов. При этом отдельные тела тоже могут направиться к нашей планете.

За время существования астероидного пояса эти зоны должны были освободиться от небесных объектов. Но, оказывается, существует механизм их пополнения вследствие действия эффекта Ярковского. В конце XIX в. русский инженер И.О. Ярковский уста-

новил, что на поведение небесных объектов влияет степень и характер их разогрева. Сторона, обращенная к Солнцу, больше нагревается и сильнее излучает в инфракрасном диапазоне. Возникающий при этом реактивный импульс отталкивает астероид от Солнца, что приводит к медленному изменению его орбиты. Недавние расчеты показали, что эффекта Ярковского достаточно для смещения мелких астероидов в “зоны хаоса”.

Итак, “механизм поступления” к Земле астероидов работает более эффективно, чем считалось до сих пор.

Science, 1999, 285, 1002

## Россия в мировой космонавтике

Г.С. ХОЗИН,

доктор исторических наук

Дипломатическая Академия МИД России

---

На пороге XXI века изменилась социально-политическая обстановка в мире. Возникли новые тенденции международного сотрудничества в освоении космоса. Несмотря на экономический кризис, Россия участвует в строительстве Международной космической станции, программах изучения солнечно-

земных связей “Интербол” и климата Земли, проведении экспериментов в области материаловедения и биотехнологии, обеспечении спутниковой связью “Интерспутник”, создании астрофизических обсерваторий “Спектр”, разработке программы марсианской экспедиции и многих других. На какой

основе будут складываться взаимоотношения между партнерами по международному сотрудничеству? Сможет ли Россия сохранить свои позиции в мировой космонавтике? По какому сценарию пойдет развитие отечественной космонавтики? На эти вопросы пытается найти ответы автор статьи.

### НОВЫЕ ПРИОРИТЕТЫ И ТЕНДЕНЦИИ

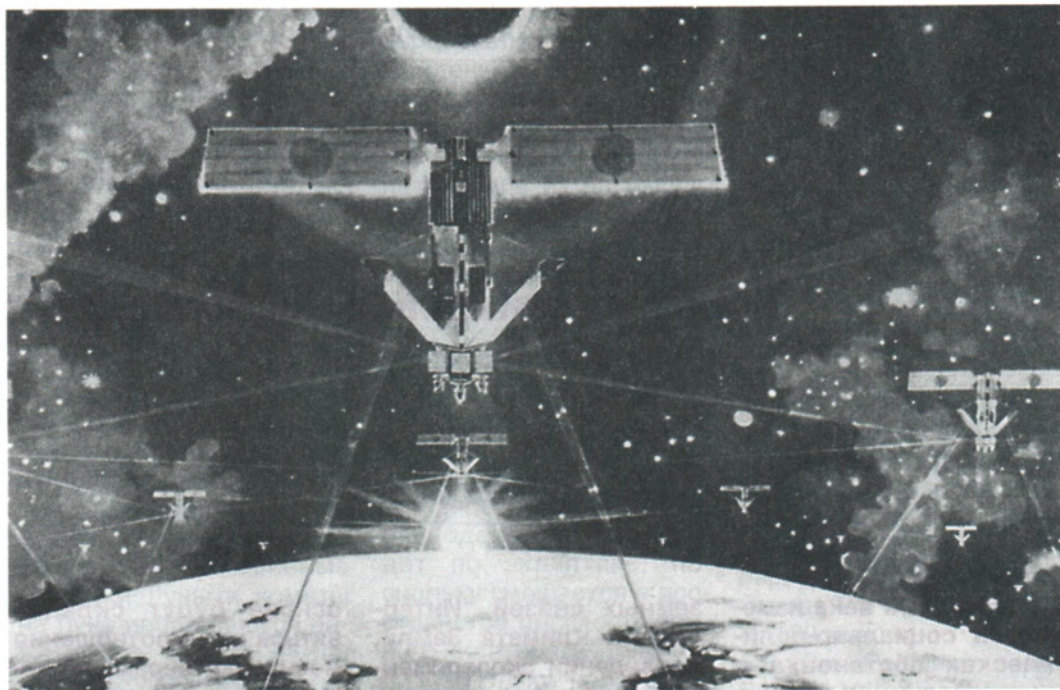
В начале 90-х гг. появились новые явления в международных отношениях – снижение уровня военного соперничества политических блоков и отдельных государств наряду с концентрацией их усилий по обеспечению всеобъемлющей безопасности. Эти тенденции способствуют привлечению внимания правительств и частного бизнеса к проблемам международного сотрудничества в иссле-

довании и использовании космического пространства. Масштабные и перспективные космические проекты в настоящее время реализуются совместными усилиями нескольких государств. Активно ищут выгодные для себя формы международного сотрудничества в космосе и Россия.

Роль России в развитии мировой космонавтики поистине уникальна. В нашей стране были заложены теоретические и философские основы космической деятельности,

выполнены важные инженерно-технические разработки, открывшие путь прикладной космонавтике. Россия дала планете первый искусственный спутник Земли, первого космонавта, блестящую плеяду ученых и инженеров-конструкторов. Имена К.Э. Циолковского, С.П. Королева, Ю.А. Гагарина золотыми буквами вписаны в летопись земной цивилизации.

Сейчас государства рассматривают подходы к решению актуальных экономических и социальных



проблем, отношение к биосфере планеты, приоритеты национальных и международных космических программ и проектов, совершенствуются методы их планирования и реализации, расширяется нормативно-правовая основа космической деятельности. Меняется и статус космических программ в государствах — они уже не пользуются высшим политическим приоритетом и не получают значительных ассигнований из федеральных бюджетов. Переосмысляются методы и средства освоения космоса. Все эти объективные условия не меняют главной тенденции — мировая космонавтика продолжает свое поступательное развитие, а ее вклад в решение актуальных проблем неуклонно возрастает.

Российская космическая программа переживает сейчас неблагоприятный период своего развития. Переход к рыночной экономике, поиск новых форм взаимовыгодного международного сотрудничества в космосе привели к пересмотру методов управления российской космонавтикой. Необходимы дальнейшие шаги по расширению и углублению взаимосвязей космической программы с важнейшими направлениями развития российского государства.

уроки "холодной войны"

Международное сотрудничество в космосе началось после успешных запусков советских и американских космических аппаратов. До 90-х гг. в основном осуществ-

*Глобальная коммерческая спутниковая система связи "Iridium", состоящая из 66 космических аппаратов. В консорциум "Iridium LLC" входят 17 компаний из 8 стран. Система служит для оказания услуг персональной телефонной и факсимильной связи и передачи информации на всей территории Земли, включая акваторию океана (рисунок "Iridium")*

лялись проекты, в которых участвовали федеральные ведомства. Выбор партнеров для их реализации проводился на высшем государственном уровне с учетом приоритетных направлений внешней и военной политики. Экономическая привлекательность прикладных космических систем обусловила развитие коммерческих проектов и создание международных космических организа-

### Вероятные последствия расширения сотрудничества в космосе

| Позитивные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Негативные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Доступ к техническому потенциалу и опыту других стран</p> <p>2. Повышение политического приоритета и укрепление лидерства в космосе</p> <p>3. Укрепление солидарности с традиционными союзниками и привлечение к сотрудничеству бывших противников</p> <p>4. Укрепление взаимного доверия и расширение сферы совпадения интересов</p> <p>5. Направление ресурсов военно-промышленных комплексов на социально-экономические нужды</p> | <p>1. Перерастание разногласий между участниками проектов в политические противоречия</p> <p>2. Увеличение стоимости международных проектов</p> <p>3. Возникновение угрозы национальной безопасности и экономической конкурентоспособности при передаче космических технологий</p> <p>4. Усложнение управленческих структур ракетно-космического комплекса</p> <p>5. Появление конкурентов на космическом рынке</p> |

лось освоение морских пространств – Британская Империя доминировала в мире, так как имела корабли. В век авиации мы (США) были могущественны, поскольку имели в своем распоряжении самолеты. Сейчас коммунисты захватили плацдарм в космосе”, – эти слова произнес президент США Л. Джонсон под впечатлением от первых космических успехов нашей страны. Не остались без внимания мировой общественности и пропагандистские декларации Н.С. Хрущева: “Социализм – вот та надежная стартовая площадка, с которой Советский Союз запускает свои космические корабли”. После того как на Луну высадились шесть экспедиций американских астронавтов, партийные идеологи СССР уже не вспоминали такого рода заявления.

ций. Были созданы международные “государственно-частные” консорциумы, например, “Intelsat”, “Inmarsat”, “Iridium”.

Военное соперничество и идеологическое противоборство, которые доминировали в космонавтике в период “холодной войны”, породили такие негативные черты, как дублирование и параллелизм. Почти полная закрытость деятельности фирм-разработчиков ракетно-космической техники от общества, отсутствие объективной вневедомственной экспертизы проектов привели к их низкой рентабельности.

Финансирование программ международного сотрудничества проходило по “остаточному” принципу, после военных и прикладных проектов.

Отождествление успехов в космосе с конкурентоспособностью политической системы не было дальновидным. Прямое следствие такого подхода – ориентация космических программ СССР и США на превосходство по символическим, “показным” критериям, не учитывающим нужды общества.

“Римская империя контролировала мир потому, что сумела построить до-

Приведенные высказывания как нельзя лучше отражают политические мотивы и приоритеты, которые доминировали в деятельности СССР и США, первых “космических держав”, превративших космос в арену жесткого соперничества двух антагонистических социальных систем. В такой политической атмосфере о плодотворном международном сотрудничестве не могло быть и речи. Поэтому в период “холодной войны” совместно реализовывались лишь второстепенные (в основном исследовательские) космические проекты. Не



Совместный полет двух кораблей – американского "Аполлон" и советского "Союз-19" по международной программе "ЭПАС". Стыковка кораблей проведена 17 июля 1975 г., в течение двух суток экипажи выполнили 5 научно-технических экспериментов (рисунок NASA)

был исключением и проект "Союз-Аполлон", который хотя и продемонстрировал значительный потенциал сотрудничества двух стран в области пилотируемой космонавтики, но долгое время оставался аномалией.

После периода "холодной войны" важнейшим условием развития международного сотрудничества в космосе стала решимость "космических держав" признать равные права всех государств в обсуждении важнейших проектов на принципах взаимной выгоды. Ранее

они практически единолично определяли приоритеты, содержание, масштабы и принципы международного сотрудничества.

В 90-х гг. стали внедряться в практику организационные формы и принципы взаимовыгодного международного сотрудничества в космосе. Если в прошлом лидерство в разработке ракетно-космической техники давало возможность амбициозным политикам претендовать на особую роль в совместных программах, то сейчас все участ-

ники космической деятельности должны сотрудничать во имя общего блага.

Освобождение государств от милитаризации и чрезмерной секретности космической деятельности изменило характер взаимодействия между участниками национальных космических программ – правительством, бизнесом, силовыми структурами и научным сообществом. Хотя правительства и сохранили функции "главного подрядчика" в большинстве проектов, заметно увеличивается роль бизнеса в разработке и использовании прикладных космических систем.

#### ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

У государств появились общие интересы, требующие конструктивного поведения, кооперации и интеграции, отказа от конфликтных и насильственных форм взаимодействия. В этих условиях часть потенциала космической техники, как и прежде, решает военные задачи. Для этого есть объективные причины. Во-первых, ряд космических систем военно-

## Прогноз потенциала военных космических средств у стран в 2020 г.

| № п/п | Страна    | Ракеты-носители | Связь | Навигация | Метеорология | Разведка и картография | КА раннего оповещения | Противоспутниковое оружие |
|-------|-----------|-----------------|-------|-----------|--------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1     | США       | э, р            | э     | э, р      | э            | э                      | э                     | э, р                      |
| 2     | Россия    | э, р            | э, р  | э, р      | э            | э                      | э                     | э                         |
| 3     | КНР       | э, р            | э     | п         | п            | э                      | р                     | р                         |
| 4     | Англия    | э(п)            | э     | п         | п            | э                      | п                     | —                         |
| 5     | Франция   | э               | э     | п         | э            | э                      | р                     | э                         |
| 6     | Япония    | э               | э     | п         | э            | э                      | п                     | —                         |
| 7     | Индия     | э, р            | э     | п         | п            | э                      | —                     | —                         |
| 8     | Израиль   | э, р            | э     | п         | п            | э                      | п                     | э                         |
| 9     | Италия    | э(п)            | э     | п         | п            | п                      | п                     | —                         |
| 10    | Испания   | э(п)            | п     | п         | п            | п, р                   | п                     | —                         |
| 11    | Германия  | п               | э     | п         | п            | п                      | п                     | —                         |
| 12    | Канада    | п               | э     | п         | п            | э, п                   | п                     | —                         |
| 13    | ЮАР       | э, р            | п     | п         | п            | э, п                   | —                     | —                         |
| 14    | Аргентина | п               | п     | п         | п            | п                      | —                     | —                         |
| 15    | Бразилия  | э, р            | п     | п         | п            | э                      | —                     | —                         |
| 16    | Пакистан  | э(п)            | п     | п         | п            | п                      | —                     | —                         |
| 17    | ОАЭ       | п               | п     | п         | п            | э(п)                   | —                     | —                         |
| 18    | С. Аравия | э(п)            | п     | п         | п            | п                      | —                     | —                         |
| 19    | Австралия | э(п)            | п     | п         | п            | п                      | п                     | —                         |
| 20    | Индонезия | э(п)            | п     | п         | п            | п                      | —                     | —                         |
| 21    | Ю. Корея  | э(п)            | п     | п         | п            | э(п)                   | п                     | —                         |
| 22    | С. Корея  | э, р            | п     | п         | п            | п                      | —                     | э                         |
| 23    | Иран      | э, р            | п     | п         | п            | п                      | —                     | э                         |
| 24    | Ирак      | э, р            | п     | п         | п            | п                      | —                     | э                         |
| 25    | Ливия     | э(п)            | п     | п         | п            | п                      | —                     | э                         |

Условные обозначения: э – эксплуатация собственной техники, п – закупки и поставки из других стран, р – научные исследования и разработки.

го назначения были созданы в условиях военного противостояния и еще не исчерпали своего ресурса. Их эксплуатация продолжается, хотя стоявшие перед ними задачи пересматриваются. Во-вторых, обеспечение международной безопасности после "холодной войны" требует совершенствования прикладных космических систем, осуществляющих сбор оперативной информации для своевременного принятия решений на высшем государственном уровне. В-третьих, военные научные исследования, призванные решать задачи обеспечения обороноспособности государств, включают в себя разработку новых систем и технологий. Поэтому нельзя исключить появление систем космического оружия.

Меняющееся отношение к сущности национальной и международной безопасности, иные требования к средствам решения этой задачи оказывают влияние на содержание военных космических проектов. По оценкам экспертов, к 2020 г. не менее 25 государств либо создадут самостоятельные космические системы военного назначения, либо закупят их у других государств.

В будущем масштабы и характер использования космических средств в военных целях будут зависеть от того, каким образом государства станут обеспечивать свою безопасность и насколько ус-

пешным будет процесс ограничения вооружений и укрепления мер доверия в межгосударственных отношениях.

#### КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ КОСМОНАВТИКИ

Резко возрастает удельный вес экономических стимулов в деятельности государств и частного бизнеса в космонавтике. Экономический потенциал космонавтики позволяет:

- увеличить ассигнования в промышленность, научно-исследовательские организации и учебные заведения, связанные с реализацией космических проектов;

- получать прибыль от эксплуатации прикладных космических систем, составляющих не более 50% совокупного национального потенциала космической техники;

- создать примеры "достижимого совершенства" для экономики и науки в результате успешного выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по космической проблематике;

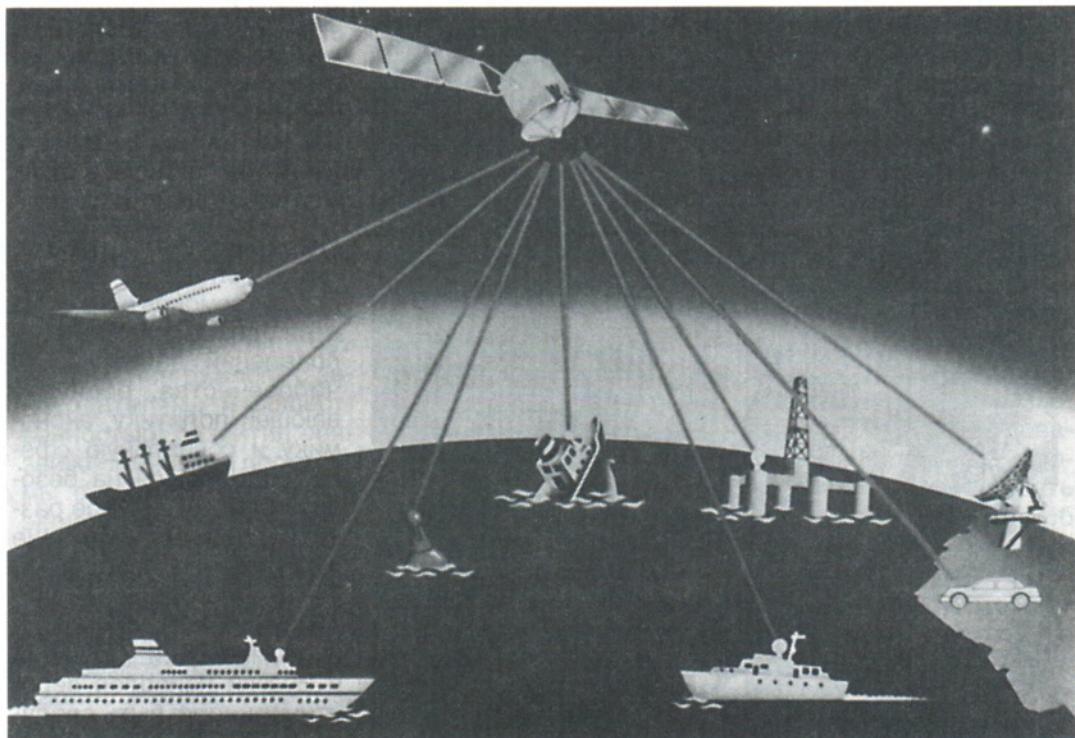
- использовать космические технологии и открытия в других отраслях экономики и сфере услуг.

Доход от коммерциализации космонавтики во многом зависит от планирования и управления процессами передачи достижений, способности космического ведомства оценить потребности клиентов, предложить прие-

млемые для них формы и методы доступа к соответствующим видам космической техники и к информации. Основные области коммерциализации в середине 90-х гг.: аренда ракет-носителей и предоставление услуг, связанных с запуском в космос полезных грузов (в том числе на борту пилотируемых кораблей); космическая связь; дистанционное зондирование из космоса; производство в космосе уникальных материалов.

Внутренний рынок космических товаров и услуг в любом государстве является одновременно частью мирового рынка. Любое государство, каким бы развитым потенциалом космической науки и техники оно ни обладало, не только пользуется собственной космической техникой для удовлетворения многочисленных потребностей, но и пользуется на определенных условиях (чаще коммерческих) доступ к космическим программам других государств.

Обратим внимание только на один фактор мирового рынка – это постоянно увеличивающийся объем космической информации. Она собирается и распределяется с помощью космических средств и представляет собой особый вид товаров и услуг. Динамика цен на нее во многом определяет тенденции развития мирового рынка. По мнению зарубежных экспертов, экономические показатели инфор-



*Работа международной спутниковой системы "Коспас-Сарсат" (Россия, США, Канада и Франция), занимающаяся поисками людей, попавших в аварийную ситуацию. Система создана в 1983 г., состоит из спутников "Надежда" (Россия) и "NOAA" (США) для определения координат радиобуев, установленных на судах и самолетах*

мационного продукта, создаваемого на основе данных дистанционного зондирования Земли, складываются из сопоставления затрат на его производство по сравнению с некосмическими средствами. Космическая информация — это особый вид контролируемых государством ресурсов, к которым в определенных условиях могут получить доступ и ком-

мерческие структуры.

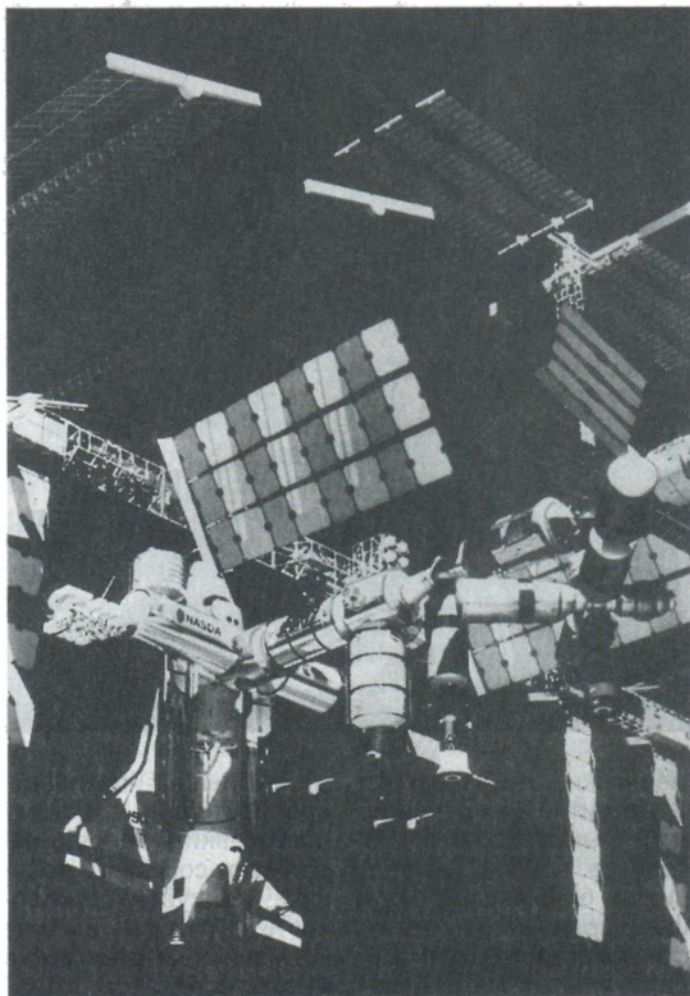
Развитие международного рынка космических товаров и услуг обусловит в ближайшем будущем увеличение активности государств, межгосударственных объединений и транснациональных корпораций, обладающих собственным потенциалом космической техники (Земля и Вселенная, 1989, № 4).

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

Несмотря на неблагоприятные условия, в которых оказалась российская космонавтика на пороге XXI века, ее технический потенциал, производственные мощности, научно-исследовательская база, командно-из-

мерительный комплекс, космодромы, система подготовки кадров продолжают сохранять высокую конкурентоспособность. По этой причине космические ведомства многих государств, международные организации космического профиля и промышленные корпорации проявляют интерес к сотрудничеству с Россией в области разработки и использования ракетно-космической техники. Перспективы успешного участия России в международном сотрудничестве в космосе зависят прежде всего от того, сумеет ли она сохранить и преумножить совокупный потенциал своей космической программы.

Слабая законодательная база российской кос-



*Международная космическая станция после окончательной сборки в 2005 г. В создании пилотируемого комплекса принимают участие 19 стран (рисунок NASA)*

монавтики, нормативные документы по политическим, экономическим, социальным, гуманитарным аспектам космической деятельности заметно ослабляют международные позиции России в этой области, снижают выгоду от участия в совместных космических проектах. Важнейшей предпосылкой сохранения Россией ведущей роли в мировой космонавтике являются профессиональные кадры высшей квалификации и развитый технический потенциал.

Для будущего российской космонавтики имеют особое значение правильный выбор, учет политических, социально-экономических, мировоззренческих и культурных факторов развития мирового сообщества. Игнорирование этих факторов может привести к снижению эффективности космической деятельности России, к утрате позиций в международном сотрудничестве и на мировом рынке.

При выборе приоритетов российской космиче-

ской программы необходимо учитывать, что мировая космонавтика остается одним из важных направлений деятельности человечества, обслуживающей политику, экономику и социальную сферу, работающей на безопасность, устойчивое развитие, взаимопонимание и сближение народов. С учетом сегодняшней политической и социально-экономической ситуации в России наиболее вероятными могут быть следующие сценарии развития отечественной космонавтики.

**Оптимистический сценарий:** Россия – “космическая держава” XXI века. Этот вариант маловероятен, поскольку для его реализации Россия должна будет одновременно решить в короткие сроки две различные по масштабам, но одинаково непосильные для нее задачи:

– создание действенных институтов демократического государства с многоукладной экономикой, в которой сохранит сильные позиции государственный сектор, главный в реализации космических и других крупномасштабных национальных научно-технических программ. Быстрые темпы этого процесса будут способствовать обрете-

нию Российской экономической, научно-технической и оборонного могущества – важнейшей предпосылки ее авторитета в мировой политике, конкурентоспособности на мировом рынке;

– укрепление позиций национальной космической программы в российском обществе за счет расширения диалога с законодателями и общественностью, развития связей космической программы с другими отраслями экономики, использования творческого наследия теоретиков космонавтики и выдающихся мыслителей.

**Промежуточный сценарий:** Россия – активный участник космической деятельности. Политическая и социально-экономическая ситуация в России будет улучшаться медленными темпами. Космическая программа сохранится, хотя и не станет приоритетной. Финансирование российской космонавтики отстанет по основным показателям от государств, где экономика не переживает столь сильных кризисных явлений. В то же время космонавтика будет получать от государства задания, связанные с развитием

народного хозяйства, науки, образования, социальной сферы. Сохранить конкурентоспособный кадровый и технический потенциал отечественной космонавтики в этой ситуации поможет сбалансированная политика правительства, законодателей и руководителей космического ведомства. Необходимо будет найти эффективные средства и методы реализации национальной космической программы даже при явно недостаточных ассигнованиях. Потребуется также разработка дальновидной политики в сфере международного сотрудничества в космосе.

**Пессимистический сценарий:** Россия не способна построить демократическое общество и создать жизнеспособную многоукладную экономику. В этом случае не исключена вероятность крушения российской государственности. Национальная космическая программа лишится многих научно-производственных организаций и предприятий. Российскую космонавтику поглотят космические программы других стран. Россия постепенно утратит надежные позиции в результате

уступок другим государствам ради получения средств для совместных проектов. Научные, промышленные, испытательные и другие организации космического профиля перейдут в собственность других государств или станут в первую очередь обслуживать их космические проекты. Выполняя функцию лишь субподрядчиков или поставщиков узлов и оборудования, отечественные фирмы будут обслуживать другие страны в ущерб жизненным интересам России.

Перспективы сотрудничества государств и международных организаций в исследовании и использовании космического пространства безграничны. Общая преданность делу исследования космоса делает США, других участников космической деятельности равноправными партнерами. Государства, сотрудничающие с Россией в космосе, должны быть объективными в оценке особых условий, сложившихся в нашей стране. Только тогда перспективы участия России в создании Международной космической станции и других проектах станут благоприятными.

**В связи с юбилеем журнала\*, отвечая на вопрос заместителя главного редактора журнала "Земля и Вселенная" Е.П. Левитана "Какие из достижений и открытий в областях, близких к Вашей сфере деятельно-**

**сти, Вы бы назвали выдающимися за последние 35 лет?", руководитель Федеральной службы геодезии и картографии Александр Александрович Дразнюк сообщил следующее.**

На исходе XX столетия научно-техническая революция, в основе которой лежит бурное развитие электроники и математических методов моделирования, радикально влияет на расширение сферы применения геодезических и картографических методов получения и отображения пространственных данных и на изменение технологии картографических работ.

Новые возможности получения и обработки информации о местности в обозримом будущем связаны с цифровыми методами получения, обработки и хранения изображений.

Использование космических технологий определения геодезических координат (ГЛОНАСС/GPS) в сочетании с цифровыми картографическими системами открывают принципиально новые возможности цифрового картографирования в реальном масштабе времени. Использование космических технологий ГЛОНАСС/GPS позволит повысить точность и оперативность геодезических определений на один-два порядка, обеспечит внедрение методов спутникового нивелирования взамен традиционного нивелирования III и IV классов и создание постоянных станций определения деформации земной коры в местах сейсмической опасности.

Качественные изменения, происходя-

щие в технических средствах, в интеллектуальном анализе, представлении и отображении природных и социальных явлений, взаимно стимулируют развитие друг друга. Глубокие изменения должны произойти в области технологий картографического производства и обработки пространственных данных. Электронные технологии создания карт позволят обеспечить потребителей картографической продукцией как в цифровой, так и традиционной графической форме.

Велики возможности электронных картографических средств прежде всего там, где нужны оперативная информация и принятие решений в режиме реального времени. В качестве основных источников данных будут все шире использоваться результаты аэро- и космофото съемки. Их обработка на цифровых фотограмметрических станциях обеспечивает оперативное получение наиболее современной и достоверной информации.

Геоинформатика, оформившаяся в XX в. как самостоятельное научное направление, находит практическое воплощение и признание у потребителей.

По мере внедрения географических информационных систем (ГИС) в картографическую практику появляются новые возможности обобщенного анализа пространственных данных, что открывает новые горизонты в развитии тематического и комплексного картографирования. Внедрение средств мультиме-

\*Продолжение. Начало см. в № 1, 2000, стр. 3–29.

диа и их использование в ГИС обеспечит создание картографических произведений нового поколения, обладающих всеми качествами продукции нового столетия.

В обозримом будущем сохранится важная роль капитальных картографических произведений в традиционной и электронной форме. В связи с этим принципиальное значение имеют начатые работы по созданию двух версий (традиционной и электронной) Национального атласа России.

РевOLUTIONные изменения произойдут не только в области создания картографических произведений, но и в технологиях их распространения. Обес-

печение потребителей необходимой картографической информацией во многом определится внедрением каналов связи через Интернет. Роль Интернета в расширении обмена картографической информацией будет неуклонно возрастать.

В целом развитие геодезии и картографии все больше ориентируется на нужды конкретных потребителей, начиная от внедрения карманных спутниковых приемников для определения местоположения объектов и заканчивая настольными геоинформационными системами, получающими современную информацию из картографических баз всего мира через Интернет.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Творческая биография Эйнштейна

В серии “Жизнь знаменитых людей” минское издательство “Кузьма” выпустило в 1998 г. книгу О. Мицука “Альберт Эйнштейн”.

Это популярный очерк жизни и деятельности великого ученого, о вкладе которого в мировую науку М. Планк писал: “По своей глубине и последствиям переворот в сфере физических воззрений, вызванный принципом относительности, можно сравнить только с тем переворотом, который был произведен введением картины мировоззрения, созданной Коперником”.



Книга содержит 11 небольших глав (не имеющих названий!), эпилог, даты жизни и деятельности А. Эйнштейна и спи-

сок литературы (в нем, кроме четырехтомного “Собрания научных трудов” А. Эйнштейна, указаны известные книги об Эйнштейне, написанные Ф. Гернером, Б. Кузнецовым, В. Львовым, В.Я. Френкелем и др.).

Каждая из глав соответствует, в основном, тому или иному периоду жизни Эйнштейна – от первых лет жизни Альберта в семье до последних минут его жизни. В “Эпilogue” рассказывается об откликах государственных деятелей и ученых на сообщение о кончине А. Эйнштейна (среди них – Джавахарлал Неру, Чжоу Энь-Лай, Д.В. Скобельцын, Ю.Б. Румер и др.). Автор книги (он называет себя “автором-составителем”) попытался в доступной форме изложить основные научные идеи А. Эйнштейна. Это, вероятно, заинтересует школьников и студентов, желающих узнать о жизни и трудах величайшего физика XX в.

## Север Азии известен с XVI века?

Ю.В. ЧАЙКОВСКИЙ,  
кандидат технических наук  
Институт истории естествознания и техники  
им. С.И. Вавилова РАН

Словно скособоленная казачья шапка на могильном холме, лежит на карте гигантский полуостров *Таймыр*. Вид его как бы напоминает, сколько сибирских казаков сложило головы, стремясь познать Север. И, подобно примятому султану на шапке, высится над Таймыром полуостров поменьше, венчаемый *мысом Челюскин*, самой северной точкой Евразии.

Штурман Семен Челюскин в 1742 г. прошел на санях по западному берегу Таймыра до самого мыса, названного позднее его именем. К тому времени весь остальной север Евразии был известен уже почти столетие. Однако прошло еще 136 лет, пока в 1878 г. экспедиция **Э.-А. Норденшельда** добралась до мыса Челюскин морем.

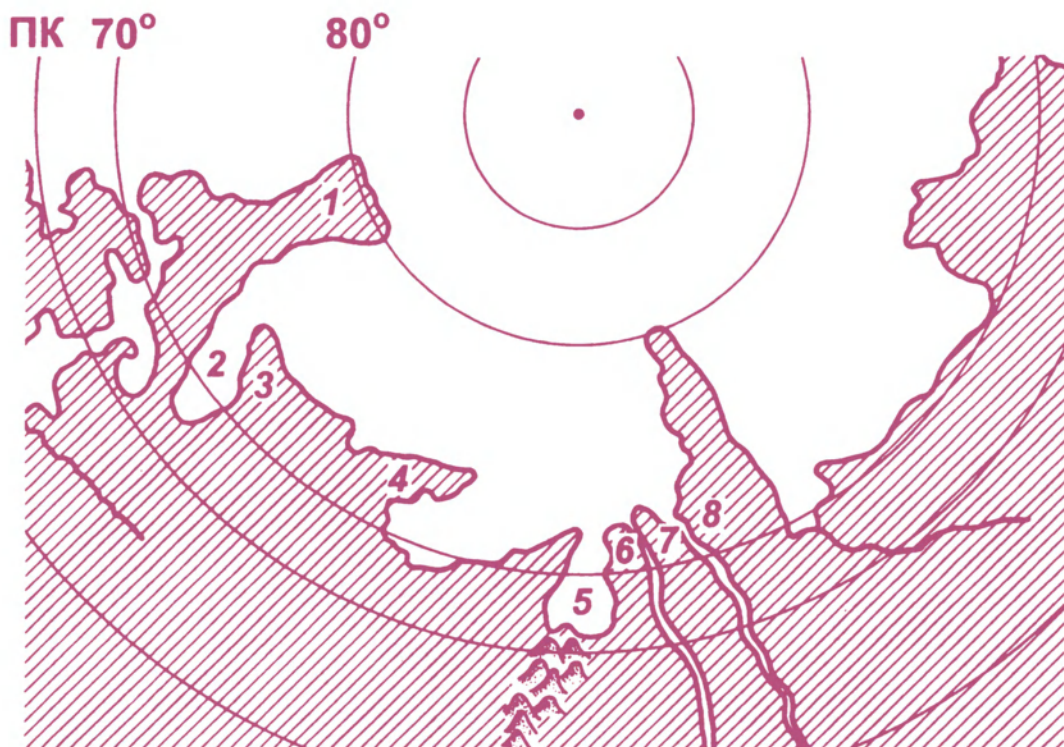
В ясную погоду с мыса Челюскин хорошо видны берега архипелага *Северная Земля*, но люди бывают здесь столь редко, что никто так и не увидал его. Северная Земля была открыта с моря лишь в 1913 г. (Земля и Вселенная, 1995, № 5). Только в 1930 г. была направлена экспедиция, всерьез описавшая архипелаг, северная оконечность которого с 1960-х гг. носит имя мыс Арктический. Есть основание, однако, полагать, что задолго до открытия и первого исследования берегов Северной Земли в XX веке они посещались людьми...

### ЗАГАДКИ СТАРЫХ КАРТ

Когда же эти места впервые появились на картах? Тут скрыта загадка. Уже на карте, изданной в Риме в 1508 г., в одном из многих изданий "Географии" Клавдия Птолемея (ок. 90—ок. 160 гг.), на месте Таймыра — узкий полуостров, тянущийся на север в океан, точно до 80-й параллели. Странно — ведь тогда не то что о Таймыре, даже о Сибири ничего не ведали и звали ее *Scythia Extraimaum*, что примерно означает "Скифия Зауральская". А на карте изображен вроде бы Таймыр, да еще вместе с Северной Землей. Неужели крайний север Азии знали уже 500 лет назад?

Книга Птолемея была тогда весьма авторитетна. Новое географическое знание прежде всего находило отражение в новых картах, часто фантастических; каждый издатель этой книги добавлял что-то свое к прежним картам. Приведенная карта тоже фантастична, и внимание историков географии не привлекает. И это досадно, ведь на ней легко читается побережье русской Арктики.

А на карте "Тартарии" из атласа Абрахама Ортелиуса (Антверпен, 1570) мы опять видим большее: такой же вытянутый полуостров, но уже с деталями, правда часто вымышленными. Так,



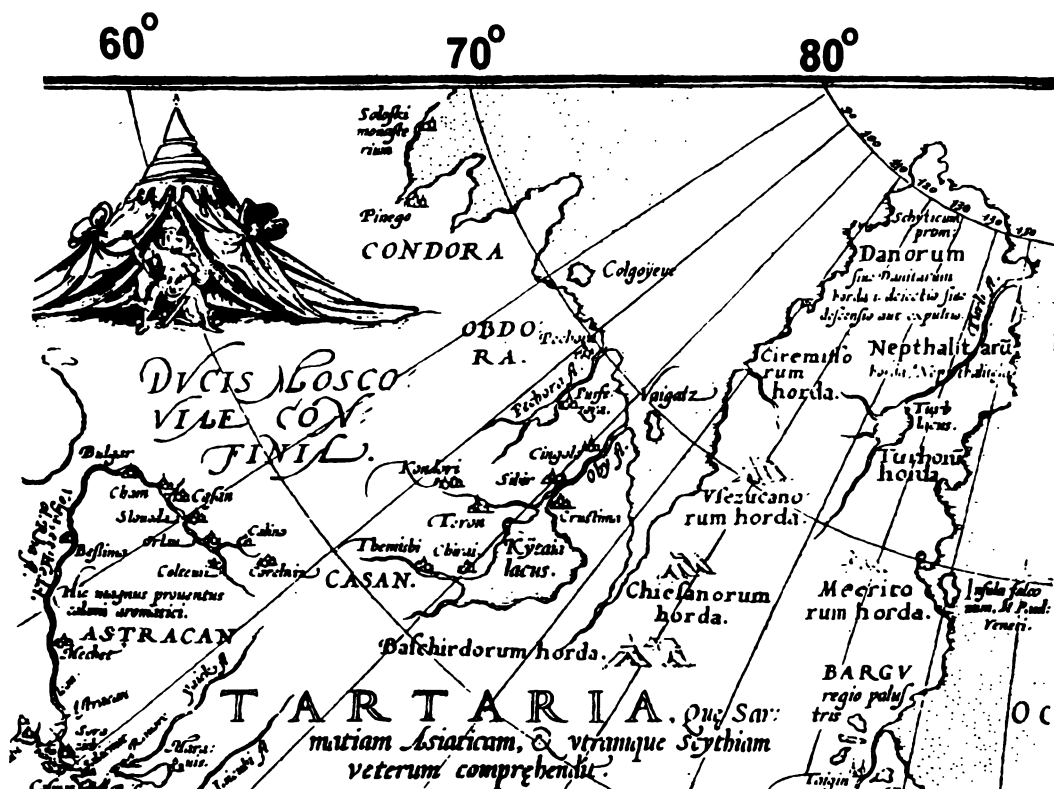
Арктический берег на карте из "Географии" Птолемея античных времен, изданной в Риме в 1508 г. Никаких названий нет, только подписи при Уральских горах: *Imaus tops*. Контур Скандинавии фантастичен, но легко узнаваемы: Кольский п-ов (1), Белое море (2), п-ов Канин (3), Русский Заворот (4), Байдарацкая губа (5), п-ов Ямал и на нем – р. Обь (6), Гыданский п-ов и на нем – р. Енисей (7), восточный берег Енисейского зал. (8), ПК – Полярный круг

восточнее широкого устья большой реки (очевидно, Енисея) и на этой широте протянулся к востоку примерно на 30 градусов – совсем как Таймыр. Но на север он простерт так далеко, что "довольно правильным" его положение можно было бы считать, только объединив с Северной Землей.

Вскоре после Багрова историк Арктики **Митрофан Боднарский** в книге "Великий северный морской путь" (1926 г.) также отметил, что у Ортелия "мы, к своему удивлению, встречаем довольно правдоподобное изображение Таймырского полуострова с конечным мысом, именуемым "Скифский мыс". На полуострове есть озеро и протекающая через него река". По-видимому, Боднарский имел в виду озеро Таймыр с рекой Таймырой; но ведь река Нижняя Таймыра, вытекающая из озера Таймыр, в действительности впадает в Карское море, а не в море Лаптевых. Если же учесть, что настоящий Таймыр вытянут в широтном направлении, то оптимизм историков покажется чрезмерным. Но давайте не будем спешить.

*Bargu regio palustris* ("болотистая страна Баргу") и *Insula Falconum* ("Соколиный остров") – это из Книги Марко Поло. Впрочем, есть на карте и реальные объекты. Посреди полуострова видно озеро, в него впадает река с юга и вытекает на север, вливаясь в море Лаптевых. Венчает полуостров "мыс Скифский". Историк картографии Лев Багров писал в 1917 г., что к Ортелию, очевидно, "попали каким-то путем и верные данные о Сибири", в том числе "довольно правильное положение Таймырского полуострова".

Действительно, полуостров лежит



Мыс Скифский тут поразительно точно соответствует по широте мысу Арктическому – разница не превышает четверти градуса (долгот в XVI в. еще не умели измерять). Неужели Ортелиус или тот, у кого он эту карту позаимствовал, случайно подвинул северный край полуострова по сравнению с прежней картой ровно на нужные полтора градуса? Но главный сюрприз преподносит современная карта Северной Земли – там посреди наибольшего острова есть озеро, через которое на север течет река, впадающая в море Лаптевых.

Разумеется, скептик скажет, что совпадения тонут в массе несуровностей. В частности, мыс Скифский венчает собой полуостров, а реальный мыс Арктический принадлежит острову; озеро расположено на другом острове, а между островами есть пролив; у Ортелиуса в озеро с юга река втекает, а на современной карте она вытекает. И все же...

Географ-полярник Ф.А. Романенко предложил мне сравнить эту карту не с

Фрагмент карты Абрахама Ортелиуса (1570 г.). Уральские горы отсутствуют, берега Арктики сильно искажены, зато есть верные русские названия: реки Печора и Обь, о-ва Колгуев и Вайгач; поселения Соловки, Пинега, Печора и Пустозерск, страна Обдора. Берег за Енисеем по-прежнему проведен точно на север. Северный берег вполне соответствует северо-восточному побережью Северной Земли

нынешней картой, а с новейшими палеогеографическими исследованиями Северной Земли. И оказалось вот что.

Да, остров с мысом и остров с озером разделены проливом, однако с моря он плохо заметен и открыт лишь в пешем маршруте в 1931 г., поэтому отсутствие его на карте Ортелиуса естественно. Да, ныне река Озерная вытекает из озера Фиордового, но 400 лет назад, как выяснили геологи, она в него втекала. Далее, мыс Скифский венчает у Ортелиуса огромную сушу, а не остров, но чтобы понять это, надо было пройти от



Современная карта Северной Земли. Режим стока оз. Фиордового (1) регулируется западным языком ледника Карпинского: когда он перекрывает р. Ледниковую (2), уровень озера поднимается, и р. Озерная (3) доходит до Карского моря; в прошлом, при отступании языка, Озерная впадает в озеро, а сток ее направляется по р. Ледниковой во фьорд Матусевича

мыса до материка. Да, в целом карта фантастична, но как раз по русской Арктике она содержит верные сведения. Словом, к оценке Багрова и Боднарского вполне можно добавить: карта Ортелиа содержит поразитель-

но правильные сведения не столько о Таймыре, сколько о Северной Земле. Кто и как мог добыть их в середине XVI в.? Принято считать, что если нет документов, то и говорить не о чем. Но разве карта из атласа Ортелиа не документ? Разумеется, точного ответа на этот вопрос нет и вряд ли он когда-нибудь будет. Хотя какой-нибудь западный архив может хранить желанный документ, но это — тоже из области предположений. Зато, зная историю полярных плаваний XVI в., можно составить достаточно реальный сценарий возможной цепи событий, каждое звено которой взято из истории.

Англичане и голландцы первыми начали искать Северо-Восточный проход, т.е. морской путь в Китай и Индию через Северный Ледовитый океан. Этому способствовали два не очень обдуманных высказывания. Одно принадлежало русскому дипломату **Дмитрию Герасимову**. В 1525 г. он рассказывал в Риме, что, плывя от устья Северной Двины на восток, "можно добраться на кораблях до страны Китая, если в промежутке не встретится какой-нибудь земли".

Два года спустя еще более смелую мысль высказал английский купец **Роберт Торн**. Он заявил, что представления о вечных льдах у Северного полюса неверны, что это – сказка, аналогичная той, в которую долго верили мореходы, – о кипящей воде на экваторе. По мнению Торна, у полюса незаходящее Солнце в течение лета должно растапливать льды, и если от полюса повернуть на восток, то попадешь в Тартарию, а от нее – в Китай.

Ни Герасимов, ни Торн не подкрепили свои заключения картами, но желание купцов попасть к богатствам Востока, минуя южные моря, где уже обосновались португальцы, было столь велико, что карты стали услужливо появляться. Началась столетняя эпопея поисков прохода. Первый корабль, ушедший около 1530 г. прямо на север, мореплаватели рассчитывали повернуть, миновав льды, на восток, но бесследно исчезли во льдах, затем погибли и многие другие. Прохода в Азию не нашли, на зато изрядно была обследована европейская Арктика.

В середине XVI в. ледовая обстановка была гораздо мягче, чем в следующие века. Достаточно сказать, что Виллем Баренц, великий голландский мореплаватель, открывший Шпицберген в 1596 г. (Земля и Вселенная, 1996, № 4), зимуя на севере Новой Земли в

---

*Коч, на котором плавали поморы на Грумант (Шпицберген) в XVI в. С картины художника С. Мешалкина*



1596-97 гг., трижды за зиму видел чистое ото льдов море. Вскоре другие голландцы прошли от этих мест по чистому морю еще 500 км к востоку. А ведь в то время уже началось похолодание.

Шпицберген же был, по-видимому, известен задолго до официального открытия – еще скандинавские саги упоминали Свальбард (Холодный берег) в четырех днях пути к северу от Норвегии, а русские поморы посещали Грумант (так они звали Шпицберген) за полвека до Баренца. От восточной точки Шпицбергена до северного порта Норвегии Тромсё около 1200 км – столько же, сколько до мыса Арктического. Расстояния сопоставимы.

Надо еще иметь в виду, что обычно в книгах пишут про тех, кто вернулся или кого потом нашли, нас же интересуют не возвратившиеся из ледового плавания.

Еще в 1625 г. английский географ Сэмюэл Пёрчес издал огромное собрание сведений “Пилигримы” о путешествиях – от древних странствий, изложенных в Библии (например исход евреев из Египта) до самых новейших, описанных к 1624 году. Книга Пёрчеса была переиздана в 1905 г. в Глазго в 20 томах. В 13 томе, посвященном путешествиям по Северному океану, нет ни слова о том, что происходило в 1557-75 гг. (а нас как раз интересует это время). Неужели в эти годы никто не плавал на север? Конечно, плавали.

Об этом говорится в послесловии к русскому изданию книги Ж. Блона “Полярные моря” (М., 1984): “В поисках Северо-Западного и Северо-Восточного проходов, во время китобойного промысла погибли сотни кораблей”. Несомненно, что ветры и льды заносили их во все уголки Арктики, и кто-то вполне мог высадиться на Северной Земле. Но что стало с путниками дальше?

Разумеется, если бы капитан или штурман такого корабля вернулся в Европу сам, то о его путешествии стало бы известно. Но карта могла быть составлена уцелевшим неграмотным матросом и кому-то продана. Вполне реально и гибель всего экипажа. М.С. Боднарский упоминал о каком-то за-

падном судне, погибшем около 1581 г. вблизи устья Оби.

Сложнее другой вопрос: что это за отчаянные люди, которые, увидев после скитания среди свирепых льдов долгожданную сушу, двинулись дальше на юго-восток, чтобы открыть реку и озеро? Опять помогает историческая параллель: именно так поступил **Баренц**. Он, обогнув север *Новой Земли*, продолжал путь “в Китай”, и только наступавшая зима заставила его искать гавань для зимовки.

Итак, корабль обогнул мыс Арктический, кто-то определил его широту (чего поморы тогда еще не умели) и мореплаватели поплыли на юго-восток. Теперь, надо полагать, они искали место для безопасной стоянки, где была бы речка, достаточно крупная, чтобы наполнить пресной водой бочки, а затем плыть дальше. Первое такое приметное место – залив, в который выходит фьорд Матусевича. Путешественники вполне могли подняться по речке в озеро Фиордовое (15 × 12 км), осенью – в поисках людей и дичи, а весной – пути к западному берегу.

Для сравнения: весной Баренц понял, что корабль вмерз в лед безнадежно и он не сможет выйти в море раньше июля. Но, опасаясь, что к этому времени все умрут от цинги, он приказал возвращаться в шлюпках.

То же самое, возможно, происходило и с русскими безвестными моряками, но положение их было еще труднее и поначалу выглядело безнадежным. Баренц плавал лет на 30 позже, когда европейцы имели уже кое-какой опыт полярных зимовок, знали противоязвенные травы и многое другое, без чего первые зимовщики гибли. Откуда могли получить этот опыт наши герои?

Ответ имеется – у русских поморов на Шпицбергене. Искателей Северо-Восточного прохода вполне могло занести туда. Нуждаясь в проводниках, они могли пригласить кого-то из русских. С ними вместе наши герои могли спастись зимой от цинги замороженной свежей медвежатиной (этого средства Баренц не знал, за что и поплатился жизнью). Зимовать могли на корабле (и так быва-



ло), отапливаясь каменным углем (у Баренца он был) и рубя на дрова рангоут.

*В одном из проливов Северной Земли*

#### ИСТОРИЯ И КЛИМАТ

Возвращаясь весной назад, путешественники могли пойти по долине реки Озерной. Сперва – до перевала налегке, чтобы отыскать путь к западному берегу, а затем тащить лодки по снегу на расстояние 120 км.

Поморы умели ходить по морю не только в кочах (небольших морских судах), но и в лодках, порой даже предпочитая их кочам. Именно в лодках они достигли через юг Карского моря полуострова *Ямал*, чтобы затем пересечь его по мелким речкам и волоком. Поморские лодки были приспособлены к перемещению волоком по земле: у них было как бы три киля – один настоящий и два полоза по бокам от него.

От западного берега предстояло плыть 750 км открытым морем в шлюп-

ках. И это – если по прямой к устью Енисея, точнее, к острову Диксон.

Неясно, как далеко им удалось проплыть, а сколько пришлось идти пешком по расползающимся летним льдам океана. Зато известно, что многие другие таким образом добирались до суши. Нашли ли они там спасение? Определенно можно сказать лишь, что составитель карты погиб – иначе не объяснить путаницу с островом *Вайгач*.

Вайгач лежит между устьями Печоры и Оби (если считать Обскую губу низовьем Оби), но на карте Ортелия Вайгач помещен между устьями Оби и широкой безымянной реки, очевидно Енисея. Ситуация для тогдашних карт обычная. Видимо, один информатор описал картографу остров Вайгач, а другой – остров Белый в устье Оби, но

название "Белый" стало известно позже, вот картограф их и перепутал. Остров же напротив устья Енисея – Олений и хорошо виден с берега. Европейский картограф отождествил его с Вайгачем.

А то обстоятельство, что восточный берег полуострова опустился до средних широт, объяснить несложно. Все, кто верил в возможность Северо-Восточного прохода, исходили из убеждения, что за Скифией сразу следует Китай.

И последний вопрос. Если можно пройти из Европы до Северной Земли и вернуться через север Сибири, то почему никто больше не повторил этот путь? Дело в том, что в XVI–XVII вв. изменился климат. Баренц плавал в те годы, когда льды еще это позволяли. Ему уже не удалось обойти Новую Землю с юга, но с севера, где сильнее влияние Гольфстрима, море оставалось свободным ото льда. Затем Арктику на 200 лет постигло похолодание, и даже низовье Оби стало непроходимым. Потеплело лишь в середине XIX в., и тогда Норденшельд всем на удивление смог пройти за одну навигацию вдоль почти всей Евразии.

Итак, мне кажется вполне возможным, что карта 1570 г. исправляла фан-

тастическую карту 1508 г. на основе реальных документов, до нас не дошедших. Эта версия представляется более разумной, чем привычная ссылка на фантазию картографа.

Сведения, непонятно как добытые, приходилось признавать неоднократно, и я ограничусь на сей счет одним примером – знаменитой картой Исаака Мас-сы. Восточнее Енисея течет Пяси́на – первая собственно таймырская река. По документам, русские впервые узнали о ней в 1610 г., но она показана и подписана на карте, которую голландский коммерсант Исаак Масса вывез из Москвы в 1609 г. Источник он назвал неопределенно: "Я имел приятеля в Московии, брат которого бывал там (на севере Сибири – Ю.Ч.), и он дал мне небольшую карту этих стран... Он сам бывал в Вайгачском проливе и знал всю местность до реки Оби, но о более дальних странах он только слыхал".

Словом, карта имеет свою жизнь, и, подобно жизни людей, она не всегда укладывается в рамки казенных свидетельств. Но нет лучшего свидетельства о продвижении людей по земному шару, чем составленная ими географическая карта.

## Информация

### Снова гремит Кракатау...

Островной вулкан Кракатау, расположенный в Зондском проливе, разделяющем острова Ява и Суматра, хорошо известен своим взрывным извержением в 1883 г. Последовавшая за взрывом мощная волна цунами унесла с собой жизни 36417 человек. Звуки взрыва были слышны на рас-

стоянии 4650 км, а атмосферные эффекты наблюдались по всей Земле.

Кракатау оживился после почти столетнего затишья в 1952 г., а затем – в 1996 г. Тогда потоки свежей лавы, шлак и пепел постепенно построили новый конус, названный Анак ("Дитя"). Но все эти процессы протекали сравнительно вяло.

5 февраля 1999 г. вулкан Кракатау вновь напомнил о себе. Со стороны вершины (830 м над уровнем моря) послышались гром и грохот, в небо поднялся столб пепла, достигший километровой высоты. По всему острову начался пеплопад,

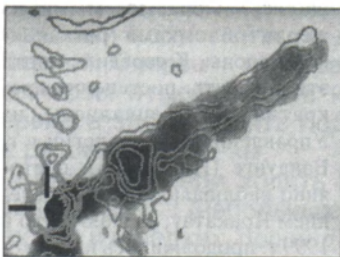
а по ночам склоны горы освещались выбрасываемыми из жерла обломками раскаленной породы. К середине марта эти эффекты постепенно прекратились. Специалисты из Управления вулканологии в г. Бандунге (Индонезия), постоянно наблюдающие за поведением Кракатау, считают, что в 1999 г. продолжилось извержение, начавшееся почти полвека назад. Возможно, что это растянутое во времени извержение продолжится.

Smitsonian Bulletin of the  
Global  
Volcanism Network, 1999, 24, 14

### Оптические выбросы в радиогалактиках

Сотрудники Института Космического телескопа Р. Скарпа и С. Меган Урри с помощью широкоугольной планетной камеры WFFC2 Космического телескопа им. Хаббла (КТХ) исследовали оптические выбросы в двух хорошо известных внегалактических радиоисточниках PKS 0521-365 и 3C371. Оба объекта относительно близки, их красные смещения 0,055 и 0,050.

У сотен радиогалактик и квазаров наблюдаются выбросы в радиодиапазоне. Источник радиоэмиссии – релятивистские электроны, движущиеся в магнитном поле (синхротронный процесс). Чтобы излучать в оптическом диапазоне подобным образом, электроны должны иметь очень высокую энергию. При излучении она расходуется, и примерно через 100 лет “работы”

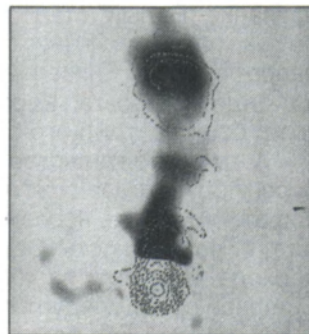


Выброс из 3C371. Изображение получено на КТХ при экспозиции 300 с. На него наложена контурная радиокарта ( $\lambda = 18,7$  см). (Изображения фоновой галактики и яркого центрального точечного источника удалены.) Расстояние между центральным источником и верхним пятном 3,1". Север слева, восток вверху

электроны теряют способность излучать в видимом свете. Эти частицы не могут сместиться более чем на 100 св. лет прежде, чем перестанут излучать в оптике. Между тем, известны оптические выбросы размером в тысячи световых лет, поэтому самым замечательным свойством оптических выбросов можно считать уже само их существование. Объяснение этого – проблема для теоретиков. Они сумели разработать модели, в которых возможно распространение ударных волн вдоль оси выбросов, при этом электроны снова восстанавливают свою энергию.

В первом из исследованных объектов, PKS 0521-365, оптический выброс обнаружен еще в 1979 г. Высокое разрешение снимков, полученных с КТХ, позволило установить его пят-

Оптическое изображение выброса PKS 0521-365, наложенное на контурную радиокарту ( $\lambda = 2$  см). Оптическое изображение получено на КТХ, экспозиция 300 с. (Изображения фоновой галактики и яркой центральной части выброса удалены.) Полная длина выброса 5,8". Север вверху, восток слева



нистую структуру. Ширина выброса почти постоянна – 1,2". Если предположить равновесие между энергией частиц и энергией магнитного поля в единице объема, можно оценить напряженность поля для каждого пятна. Несмотря на различие расстояний от центра, оно оказалось одинаковым для всех пятен –  $4 \times 10^{-4}$  Гс. Оптическое и радиоизображение хорошо совпали по общей форме и по длине выброса.

Оптический выброс в 3C371 обнаружен только в 1997 г. На изображениях, полученных с КТХ, видно, что вдоль него имеются по меньшей мере три пятна. Им соответствуют три пика радиоизлучения, но сам радиовыброс здесь существенно длиннее оптического. Магнитное поле –  $3 \times 10^{-4}$  Гаусс.

Совпадение в радиогалактиках оптического и радиовыбросов показывает, что релятивистские электроны способны восстанавливать энергию на значительном удалении от галактик.

Newsletter STScl, 15, 2, 1998

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: май-июнь 2000 г.

Май-июнь 2000 г. — очень редкий период, когда на небе не будет видно ни одной яркой планеты. В двадцатых числах мая и в первой половине июня можно будет увидеть Меркурий на северо-западе в лучах вечерней зари, но только в южных районах России. Это произойдет потому, что все яркие планеты будут располагаться близко друг к другу, и там же будет находиться Солнце. Так, 9 мая геоцентрическое угловое расстояние между крайними планетами, Марсом и Венерой, не превысит  $25^\circ$ , а другие четыре светила, Солнце, Юпитер, Меркурий и Сатурн, составят очень тесную группу около  $2,5^\circ$  в поперечнике (Земля и Вселенная, 1999, № 5).

Любителям астрономии придется довольствоваться наблюдениями других интересных астрономических объектов. В это время будут благоприятными условия для наблюдений объектов в созвездиях **Геркулеса, Змееносца, Волопаса, Северной короны, Дракона**. В первых двух интересно посмотреть на **шаровые скопления**, их там шесть.

Между звездами  $\eta$  и  $\zeta$  Геркулеса расположено шаровое скопление **M13**, хорошо различимое в бинокль. В небольшой телескоп с объективом примерно 8 см в диаметре оно выглядит как светящийся шарик, окруженный искрами. Между звездами  $\iota$  и  $\eta$  Геркулеса есть второе скопление, **M92**. В нем меньше звезд, хотя на небе оно занимает большую площадь (видимый диаметр M13 —  $21'$ , а M92 —  $30'$ ). В созвездии Змееносца четыре шаровых скопления разделены на две пары. Примерно в середине скопления, несколько ниже небесного экватора — **M12** и **M10**. Вблизи южной границы созвездия, недалеко от Антареса, — **M62** и **M19**. Они — редкий пример двойного звездного скопления. В этой области неба есть еще

одно шаровое скопление, **M5** (созвездие, Змеи, недалеко от  $\alpha$  Ser), по внешнему виду похожее на M13.

Созвездия Волопаса и Дракона примечательны **двойными звездами**. Яркая звезда  $\epsilon$  Boo — одна из самых красивых двойных. Вблизи яркой желтой звезды  $3^m$  найдите голубоватый спутник  $6^m$ . Звезда  $\pi$  Boo разделяется на две горячие голубые звезды пятой и шестой величины, на расстоянии  $5,6''$ . И каждая из них спектрально-двойная. Красивая двойная  $\xi$  Boo состоит из главной оранжевой звезды  $4,9^m$  и красного спутника  $6,8^m$ , расстояние между ними  $5,3''$ . В созвездии Дракона интересно взглянуть на звезды  $\nu$ ,  $\epsilon$ ,  $\mu$ . Первая, расположенная в трапециевидной “голове Дракона”, состоит из двух звездочек 5-й величины, разделенных промежутком в  $62''$ . Если в темную ночь Вы различаете их простым глазом, Ваше зрение отличное.

В созвездии Дракона есть яркая **планетарная туманность**  $8^m$ , доступная наблюдениям в небольшой телескоп, **NGC 6543**. У нее особые “заслуги” перед астрономией. В 1864 г. ее, первой из планетарных туманностей, исследовали с помощью спектроскопа и вместо обычного звездного спектра увидели три ярких линии разного цвета. Так доказали, что, кроме звезд и планет, в пространстве существуют огромные облака газа.

Из ярких **переменных звезд** в мае-июне особенно благоприятны условия для наблюдений звезд  $\gamma$  Oph и  $\gamma$  Sgr (цефеиды),  $\iota$  Boo и  $u$  Boo (затменные), полуправильных переменных  $W$  Boo и  $\alpha$  Her (вариации ее блеска от  $2,7^m$  до  $4,0^m$ ), неправильной переменной R CrB, давшей название особому типу переменных с сильными, но непродолжительными падениями блеска (изменения блеска R CrB от  $5,8^m$  до  $14,8^m$ ).

## Астрономические события в мае-июне 2000 г.

| Дата    | Время                                                                                                                                  | Событие                                                                                                                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Май 4   | 4 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>                                                                                                         | <b>Новолуние</b>                                                                                                                                                     |
| Май 5   | 17 <sup>h</sup>                                                                                                                        | Максимум метеорного потока $\eta$ -Акварид                                                                                                                           |
| Май 6   | 9 <sup>h</sup><br>4 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>                                                                                       | Луна в перигее (363 200 км)<br>Юпитер в соединении с Солнцем                                                                                                         |
| Май 8   | 21 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>                                                                                                        | Соединение Меркурия с Юпитером 0,9°S                                                                                                                                 |
| Май 9   | 4 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup><br>3 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup><br>23 <sup>h</sup>                                                    | Луна в восходящем узле<br>Меркурий в верхнем соединении<br>Покрытие Луной звезды $\delta$ Рака (3,9 <sup>m</sup> ) (видимо на северо-востоке и северо-западе России) |
| Май 10  | 3 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup><br>7 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup><br>19 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup><br>20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | Соединение Меркурия с Сатурном 2,3°S<br>Наибольшее расстояние Юпитера от Земли (5,9961 а.е.)<br>Сатурн в соединении с Солнцем<br><b>Луна в первой четверти</b>       |
| Май 13  |                                                                                                                                        | Солнце переходит из созвездия Овна в созвездие Тельца                                                                                                                |
| Май 17  | 10 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>                                                                                                        | Соединение Венеры с Юпитером 0,0°S                                                                                                                                   |
| Май 18  | 7 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>                                                                                                         | <b>Полнолуние</b>                                                                                                                                                    |
| Май 20  |                                                                                                                                        | Максимум долгопериодической ( $P = 312,4^d$ ) переменной R Льва ( $m_{\max} = 4,4^m$ )                                                                               |
| Май 22  | 4 <sup>h</sup>                                                                                                                         | Луна в апогее (405400 км)                                                                                                                                            |
| Май 26  | 11 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>                                                                                                        | <b>Луна в последней четверти</b>                                                                                                                                     |
| Май 31  | 10 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>                                                                                                        | Соединение Юпитера с Сатурном 1,2°S                                                                                                                                  |
| Июнь 1  | 5 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup><br>18 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>                                                                      | Наименьшее расстояние Плутона от Земли (29,2744 а.е.)<br>Противостояние Плутона                                                                                      |
| Июнь 2  | 12 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>                                                                                                        | <b>Новолуние</b>                                                                                                                                                     |
| Июнь 3  | 13 <sup>h</sup>                                                                                                                        | Луна в перигее (359100 км)<br>Максимум долгопериодической ( $P = 284,2^d$ ) переменной R Орла ( $m_{\max} = 5,5^m$ )                                                 |
| Июнь 9  | 3 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup><br>13 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>                                                                      | <b>Луна в первой четверти</b><br>Меркурий в наибольшей восточной элонгации (24°)                                                                                     |
| Июнь 11 | 10 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>                                                                                                        | Венера в верхнем соединении<br>Максимум метеорного потока Ариетид                                                                                                    |
| Июнь 16 | 22 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>                                                                                                        | <b>Полнолуние</b>                                                                                                                                                    |
| Июнь 18 | 13 <sup>h</sup>                                                                                                                        | Луна в апогее (406100 км)                                                                                                                                            |
| Июнь 21 | 1 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup><br><br>19 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>                                                                  | Летнее солнцестояние<br>Солнце переходит из созвездия Тельца в созвездие Близнецов<br>Соединение Венеры с Марсом 0,3°N                                               |
| Июнь 25 | 1 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>                                                                                                         | <b>Луна в последней четверти</b>                                                                                                                                     |
| Июнь 26 |                                                                                                                                        | Максимум метеорного потока Боотид                                                                                                                                    |

Таблица II

## Соединения планет с Луной

| Дата                                                           | Время                           | Планета  |       | Дата    | Время                           | Планета  |       |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|-------|---------|---------------------------------|----------|-------|
| Май 3                                                          | 9 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>  | Венера   | 3,8°N | Июнь 1  | 5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>  | Сатурн   | 2,6°N |
| Май 3                                                          | 16 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> | Меркурий | 4,0°N | Июнь 1  | 6 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>  | Юпитер   | 3,7°N |
| Май 4                                                          | 9 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>  | Юпитер   | 3,9°N | Июнь 2  | 8 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>  | Венера   | 3,4°N |
| Май 4                                                          | 13 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> | Сатурн   | 2,7°N | Июнь 3  | 2 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>  | Марс     | 3,6°N |
| Май 5                                                          | 8 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>  | Марс     | 4,6°N | Июнь 4  | 3 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>  | Меркурий | 3,6°N |
| Май 19                                                         | 11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | Плутон   | 7,8°N | Июнь 20 | 7 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>  | Нептун   | 1,3°N |
| Май 24                                                         | 2 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>  | Нептун   | 1,2°N | Июнь 21 | 12 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> | Уран     | 1,6°N |
| Май 25                                                         | 6 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>  | Уран     | 1,5°N | Июнь 28 | 21 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> | Сатурн   | 2,5°N |
|                                                                |                                 |          |       | Июнь 29 | 2 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>  | Юпитер   | 3,5°N |
| Примечание: N – планета находится к северу от Луны, S – к югу. |                                 |          |       |         |                                 |          |       |

Таблица III

Солнце (на 0<sup>h</sup>UT)

| Дата   | Прямое восхождение                               | Склонение | Видимый диаметр | Восход $\lambda = 0^h$         | Заход $\varphi = 56^\circ$      |
|--------|--------------------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Май 1  | 2 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 00.1 <sup>s</sup> | 15°06'10" | 31'45"          | 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> | 19 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> |
| 11     | 3 12 41.6                                        | 17 54 11  | 31 40           | 3 54                           | 20 00                           |
| 21     | 3 52 18.4                                        | 20 12 05  | 31 36           | 3 37                           | 20 18                           |
| Июнь 1 | 4 36 54.0                                        | 22 03 52  | 31 33           | 3 22                           | 20 35                           |
| 11     | 5 18 08.4                                        | 23 05 22  | 31 30           | 3 14                           | 20 45                           |
| 21     | 5 59 41.3                                        | 23 26 16  | 31 29           | 3 13                           | 20 50                           |

Таблица IV

## Метеорные потоки

| Название потока | Созвездие | Радант   |          | V, км/с | Часовое число | Даты видимости |
|-----------------|-----------|----------|----------|---------|---------------|----------------|
|                 |           | $\alpha$ | $\delta$ |         |               |                |
| η-Аквариды      | Водолей   | 22 16    | -3       | 65      | 60            | 26.04–15.05    |
| Сагиттариды     | Стрела    | 16 28    | -22      | 30      | 5             | 15.04–15.07    |
| Боотиды         | Волопас   | 14 56    | +48      |         |               | 13.06–02.07    |
| Писциды         | Рыбы      | 0 48     | +19      |         |               | 06.05–10.05    |
| Офиухиды        | Змееносец | 18 00    | -23      |         | 20            | 14.05–02.07    |
| Ариэтиды        | Овен      | 2 36     | +24      |         | 60            | 21.05–01.07    |

В.А. ЮРЕВИЧ

## Мои наблюдения Солнца



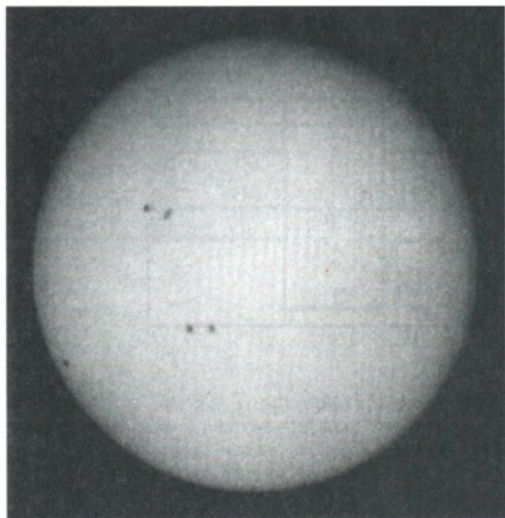
*И.А. Терещенко с модернизированным телескопом "Мицар"*

Изучение процессов, происходящих на Солнце, – задача, интересная для любителя астрономии и необходи-

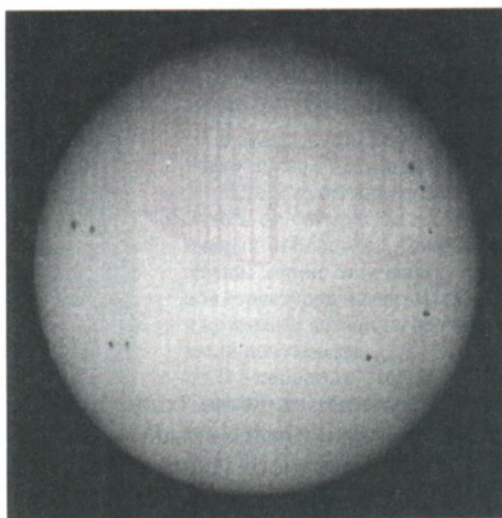
мая для науки. Несмотря на то, что Солнце в настоящее время изучается с помощью космических станций, таких как SOHO, любители астрономии тоже могут внести свой посильный вклад. Необходимо только, чтобы наблюдения были, по возможности, ежедневные и охватывали достаточно длительный период времени. Мне хотелось бы рассказать о своем опыте наблюдения Солнца и обработке полученных результатов.

Впервые я увидел фотосферу Солнца в обсерватории Харьковского планетария в 1996 г. и сразу заинтересовался возможностью ее систематических наблюдений. Ежедневные зарисовки Солнца были начаты мной на рефракторе "Донец" ( $D = 50$  мм, увеличение  $20\times$ ). По ним я определял координаты и площадь пятен с помощью накладных ортографических сеток, прилагающихся к книге П.Г. Куликовского "Справочник любителя астрономии" (1961).

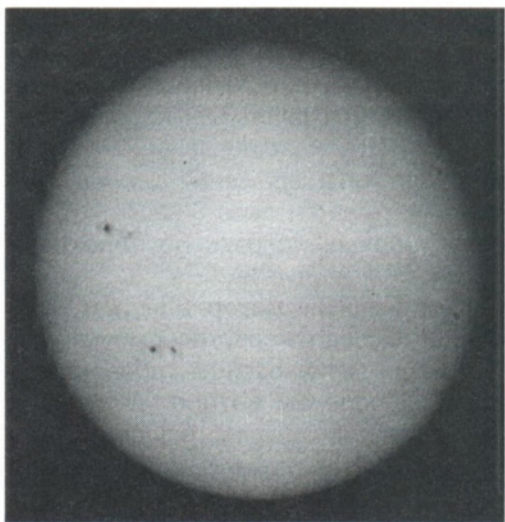
С 1997 г. по настоящее время провожу фотографирование солнечной фотосферы на 110-мм рефлекторе "Мицар" (фокусное расстояние 805,85 мм). В отличие от некоторых солнечных телескопов-рефракторов он лишен хроматической аберрации, а если принять во внимание его относительно неболь-



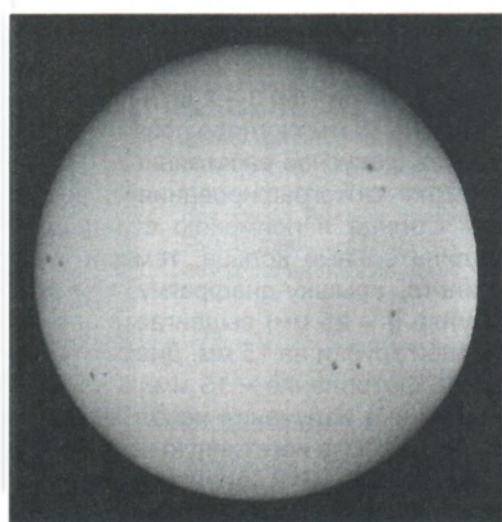
**a**



**c**

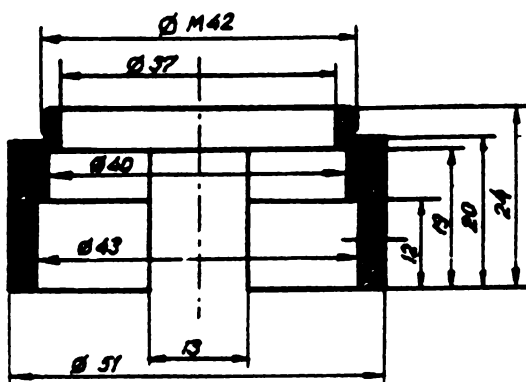
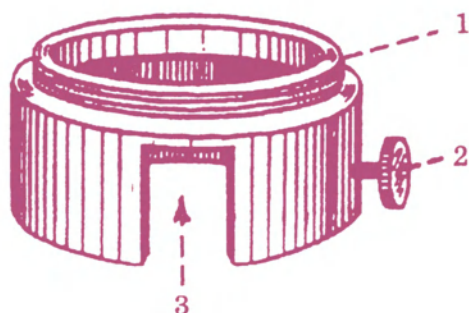


**b**



**d**

**Фотосфера Солнца. Фотогелиограммы получены с помощью телескопа ТАЛ-1 "Мицар" ( $D = 110$  мм, экв.  $F = 1500$  мм) на черно-белой негативной фотопленке "Свема-100" с выдержкой  $1/60$  с: а – 4 июня 1999 г. 12-36 UT, б – 5 июня 1999 г. 13-03 UT, с – 6 июня 1999 г. 13-30 UT, д – 7 июня 1999 г. 13-04 UT**



шие размеры, наличие солнечного экрана, светофильтра и крышки-диафрагмы, то его можно с успехом использовать в любительской службе Солнца.

Однако в его конструкции не предусмотрено фотографирование в главном фокусе (он находится в окулярной трубке) и нет устройств для крепления фотоаппарата. Поэтому я разработал держатель для фотоаппарата "Зенит", который устанавливается на неподвижную часть окулярной трубки. Стандартные удлинительные кольца к фотоаппарату "Зенит" (№ 3 – 2 шт.) при выдвинутом на 15 мм окуляре позволяют увеличить фокусное расстояние.

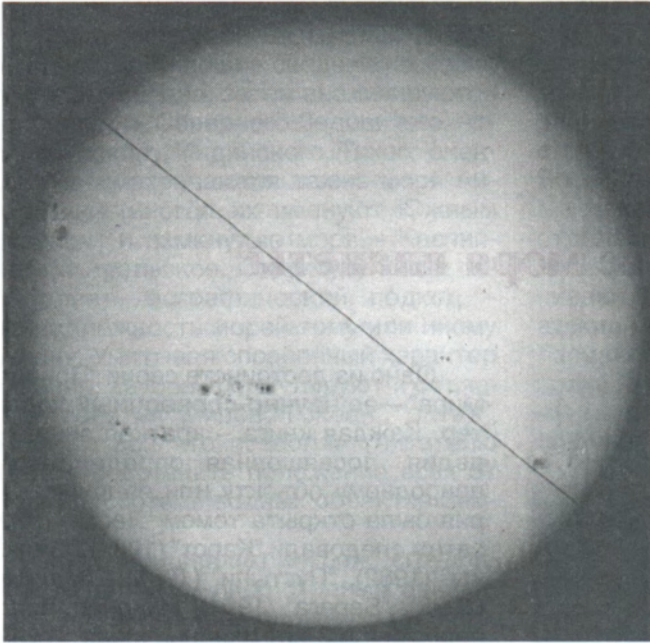
Для фотографирования поверхности Солнца я применяю стандартные удлинительные кольца, темный светофильтр, крышку-диафрагму. При этом окуляр ( $f = 25$  мм) выдвигается из окулярной трубки на 15 мм. Диаметр Солнца на фотопленке – 15 мм. В качестве приемника излучения использую пленки "FUJI 200" и негативную черно-белую "Свема-100". Эти пленки достаточно чувствительны, что позволяет применять выдержки 1/60 с, при которых изображения не замываются от дрожания атмосферы и имеют не слишком большую зернистость.

Держатель фотоаппарата "ЗЕНИТ": 1 – резьба для фотоаппарата (объектив); 2 – зажимный винт для фиксации держателя к неподвижной части фокусирующей трубки; 3 – паз для механизма фокусировки

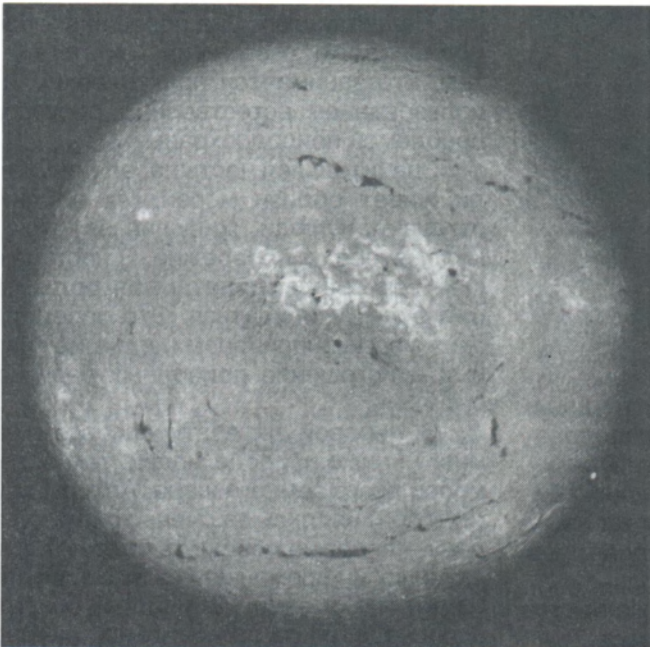
В результате получаются качественные фотогелиограммы, которые затем оцифровываются и обрабатываются на персональном компьютере Pentium III с помощью программы Helios фирмы Cydr Tech group. Программа способна с высокой точностью определять гелиографические координаты, площадь активных образований с учетом и без учета вращения Солнца, разворачивать на плоскость часть поверхности Солнца, убирать потемнение к краю и многое другое.

Полученный материал дает возможность создать собственный каталог солнечной активности на уровне фотосферы. Подобный каталог на 1998 г. уже создан мною. В настоящее время я провожу фотометрические исследования, по которым строятся карты изотопов, и ряд других исследований.

И.А. ТЕРЕЩЕНКО,  
астроном-любитель,  
г. Харьков, Украина



Фотосфера Солнца 25 октября 1999 г. Интересна цепочка небольших пятен и пор в активной области к юго-востоку от центра диска



## **Солнце в октябре-ноябре 1999 года**

В этот период среднемесячное число Вольфа превышало отметку 100. На солнечном диске появлялось от четырех до десяти активных областей. Отдельные группы пятен отличались сложной структурой магнитных полей и крупными пятнами с протяженными полутенями.

В середине октября на Солнце появилась обширная система из нескольких активных областей в северном полушарии со множеством вспышек различной мощности.

На хромосферном уровне в октябре можно было видеть развитые системы высокоширотных диффузных волокон. Длина одного из них в южном полушарии приближалась к миллиону километров.

В первой половине ноября наблюдалось до 11 активных областей одновременно. Упомянутый выше комплекс активности снова был виден на диске, здесь продолжали развиваться крупные и сложные группы пятен. В середине ноября число Вольфа превысило 180, и лишь в двадцатых числах временно снизилось.

**С.А. ЯЗЕВ,**  
кандидат физико-математических наук

Хромосфера Солнца в линии  $H_{\alpha}$  16 октября 1999 г. В центральной части диска мощный комплекс активности окружен обширной зоной возмущенной хромосферы. На высоких широтах (в верхней и нижней части снимка) видны длинные системы диффузных волокон – хромосферных протуберанцев, трассирующих линии раздела радиальной компоненты магнитного поля Солнца.

Снимки получены в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН Т.В. Говориной и А.А. Головки

## Все моря планеты<sup>1</sup>



Среди множества научных трудов и публикаций, посвященных исследованию Земли, выделяется **серия "Природа Мира"**, задуманная и успешно реализуемая Российским государственным издательством "Мысль" в последнее двадцатилетие XX в.

Это издание раскрывает все многообразие окружающей нас природы.

Одно из достоинств серии "Природа Мира" – ее **научно-справочный характер**. Каждая книга – краткая энциклопедия, посвященная определенному природному объекту или явлению. Серия была открыта томом "Леса" (1981), затем следовали "Карст" (1981), "Вулканы" (1982), "Пустыни" (1986), "Ледники" (1989), "Берега" (1991). Наконец, после перерыва в 8 лет изданы "Моря" (1999). Авторы этой книги – известные океанологи из Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Б.С. Залогин и А.С. Косарев, работавшие во многих морях мира.

Книга рассчитана не только на узких специалистов. Она обращена к преподавателям географии, экологам и тем, кто занимается практическим использованием естественных ресурсов, проблемой природоохраны.

Значительная часть населения Земли живет вблизи морей. Их влияние ощущают и люди, живущие за тысячи километров от побережий. В наступающем веке **общепланетарная роль морей** будет усиливаться. Это определяется многими причинами, одна из главных – истощение природных ресурсов суши.

В мировой литературе совсем немного книг о природе морей, тем более морей всего земного шара. Авторы книги "Моря" взяли за очень трудную задачу – впервые обобщить современную научную информацию **по всем морям Мирового океана**. Им удалось создать произведение по региональной океанографии, в котором удачно сочетаются фактические сведения о природе морей с анализом основных процессов,

<sup>1</sup> Б.С. Залогин, А.С. Косарев. "Моря". М., Мысль, 1999, 399 с.

определяющих динамику их вод, формирующих гидрологическую структуру.

Книга состоит из шести глав. Сначала приводятся общие сведения о морях Мирового океана, затем анализируются особенности Северного Ледовитого, Атлантического, Индийского, Тихого океанов. Рассматриваются также моря Антарктики (иногда их именуют Южным океаном) и замкнутые моря – Каспийское и Аральское. Структуру книги определяет географический подход – принадлежность морей тому или иному океану. Учитывая справочный характер издания, авторы формулируют и объясняют понятия “Мировой океан”, “океан”, “моря” и др., что позволяет читателю четко представить положение всех **57 морей** в системе водных объектов Земли.

Классифицировать моря, сгруппировать по каким-либо сходным признакам чрезвычайно сложно, так как учесть все факторы, определяющие своеобразие морей, невозможно. Поэтому единая классификация морей в литературе отсутствует, хотя есть ее разновидности, основанные на тех или иных приоритетных показателях (признаках). На основании анализа нескольких типизаций морей авторы предлагают вариант, лучше всего отвечающий задачам и теме книги. Наиболее общие и часто употребляемые географические типы морей – внутренние, средиземные, окраинные и межостровные.

**Внутренние моря** в значительной степени окружены сушей, сообщаются с прилегающими акваториями проливами и имеют с ними ограниченный водообмен. К ним относятся, например, Белое, Балтийское, Черное, Азовское и полностью замкнутое Каспийское. В число внутренних морей можно включить и **средиземные** – обширные межматериковые бассейны со сложной циркуляцией и структурой вод, такие как Средиземное и Карибское.

**Окраинные моря** прилегают к материку и отделены от океана островами и полуостровами. Расположенные над шельфом моря испытывают большее воздействие материка, а занимаю-

щие в основном глубины материкового склона и ложа океанические, – открытого океана. К типично окраинным шельфовым относятся арктические моря – от Карского до Чукотского, а к окраинным океаническим – Дальневосточные моря: Берингово, Охотское, Японское.

Наконец, **межостровные моря** – отделенные от океана островами и поднятиями дна, которые частично ограничивают водообмен. Это австрало-азиатские моря – Сулу, Банда, Тиморское, Тасманово... Режим этих, обычно небольших, морей близок к океаническому, но они обладают и своими особенностями.

Перед читателем – индивидуальные “портреты” всех морей нашей планеты. Прежде всего даны **физико-географические особенности**: границы, характер берегов и рельеф дна, речной сток. Затем рассматриваются **климатические черты** моря и их изменения по сезонам. Особое внимание обращено на **динамику вод** (ветровое волнение, течения, колебания уровня, сгонно-нагонные явления, приливы), **гидрологическую структуру** (поля температуры и солености, вертикальное распределение гидрологических характеристик, процессы ветрового и конвективного перемешивания и др.). Даже краткое перечисление включенных в книгу тем показывает, насколько полно она охватывает океанографию.

Природные процессы в море имеют особенности, связанные с его географическим положением, глубинами, водообменом с соседними акваториями. Все это учтено в книге. Внимание обращается на физические характеристики моря, которые более всего определяют его индивидуальность. Так, для Черного моря важна двухслойность его структуры, наличие кислородной и сероводородной зон. Балтийское море отличается своеобразием вентиляции придонных вод благодаря водообмену через проливы. Каспийское испытывает многолетние колебания уровня. Кроме того, для большинства морей приводятся краткие сведения об **ихтиофауне и объектах промысла**, а для некоторых

указаны **экологические проблемы**.

Авторы используют обширный материал предыдущих исследований и оригинальные результаты, полученные ими для Белого, Балтийского, Черного, Красного, Каспийского и других морей. Поэтому "Моря" – не только большой обзорный труд, но и ценная научная публикация, предоставляющая новые сведения о гидрологии многих морей.

К достоинствам рассматриваемой монографии относятся различные по содержанию морские карты: батиметрии (глубин) и течений, а также распределения температуры воды и солености на поверхности моря в зимний и летний сезоны. Кроме того, для разных морей приведены гидрологические разрезы, вертикальные графики гидрологических характеристик, схемы водооб-

мена морей с океаном. В книгу включены цветные иллюстрации хорошего качества, наглядно отражающие природу, ландшафты, растительный и животный мир морей, расположенных в разных климатических зонах.

Книга "Моря", по существу, – свод необходимых сведений об океанографии морей, раскрываемых на фоне богатого иллюстративного материала. Ей предстоит долгая жизнь. Труды о природе морей будут появляться и в будущем, и, конечно, книга Б.С. Залогина и А.Н. Косарева займет в их ряду достойное место.

*С.А. ДОБРОЛЮБОВ,  
доктор географических наук*

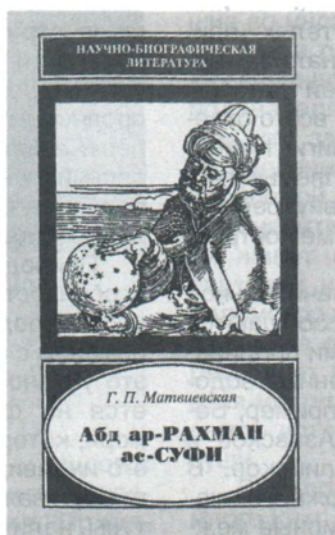
*Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова*

## НОВЫЕ КНИГИ

### Выдающийся астроном восточного средневековья

В 1999 г. издательство "Наука" выпустило в серии "Научно-биографическая литература" книгу Г.П. Матвиевской "Абд ар-Рахман ас-Суфи". Ответственный редактор – доктор исторических наук, кандидат физико-математических наук М.М. Рожанская.

Книгу открывает "Краткий биографический очерк", рассказывающий о жизни ас-Суфи (903-986), полное имя которого Абд ар-Рахман ибн Умар ибн Мухаммад ибн Сахл ас-Суфи ар-Рази. В следующем разделе,



посвященном "Книге изображений неподвижных звезд" ("Книга созвездий ас-Суфи"), содержится немало сведений о

звездном каталоге Птолемея, староарабском звездном небе и подробно анализируется роль "Книги созвездий" в развитии астрономии. Далее следуют трактаты о небесном глобусе и астрологии, разбираются работы ас-Суфи.

"Приложение" включает Каталоги звезд созвездий "Малого Медведя", "Большого Медведя", "Дракона", "Пылающего" (Цефея), "Большого Воющего" (Волопаса), "Обладательницы" (Кассиопеи), "Женщины, закованной в Цепи" (Андромеды), "Несущего Голову Демона" (Персея). В рубрике "Литература" два раздела: "Труды ас-Суфи" и "Литература об ас-Суфи и науке его времени".

Книга адресована интересующимся историей средневековой науки.

## Космическая угроза

Еще недавно **астероидно-кометная опасность** вызывала лишь неосознанное и подчас спекулятивное беспокойство ученых и простых людей, но теперь эта проблема перешла в разряд научно-технических и стала предметом пристального изучения. В России особое внимание к этому проявили ученые Института астрономии РАН (ИНАСАН). Его сотрудники (А.В. Багров, С.И. Барабанов, Г.Т. Болгова, А.М. Микиша, Л.В. Рыхлова, М.А. Смирнов) – авторы книги **“Угроза с неба: рок или случайность?”** (издательство “Космосинформ”, М., 1999), в которой дается обзор современных представлений о космической опасности и освещается вклад ученых Института в ее изучение. Научные редакторы – А.М. Микиша и М.А. Смирнов. Книга издана под общей редакцией академика А.А. Боярчука.

Во введении отмечено, что речь идет об одной из **глобальных проблем человечества**. Первая глава, **“Камни, падающие с неба”**, посвящена метеоритам и последствиям их падений на Землю и другим небесным телам. В настоящее время на Земле известно свыше 200 больших ударных кратеров – астероидов. В книге дан список метеоритных кратеров с диаметром более 20 км. Расчеты позволяют установить зависимость между размером кратера, выделившейся при ударе энергией и диаметром метеорита. Например, кратер Чиксулуб (Мексика) поперечником 180 км вызван падением метеорита диаметром около 10 км, а кратер Попигай (Россия) поперечником 100 км – следствие удара метеорита диаметром около 5 км на скорости 24,6 км/с.

За последние 250 млн лет несколько раз происходила смена периодов и эпох геохронологической шкалы. И каждому рубежу соответствует один или несколько метеоритных кратеров размером свыше 20 км. Такие кратеры появляются при столкновении с метеоритом диаметром более 1,5 км. Палеонтологи отмечают девять массовых вымираний животных. Наиболее известны из них рубеж триас-юра (214 млн лет назад; пять кратеров, самый большой Маникуаган размером 100 км), рубеж мезозой-кайнозой (65 млн лет), когда погибли динозавры (кратер Чиксулуб) и рубеж эоцен-олигоцен с массовым вымиранием морских организмов и похолоданием климата 35 млн лет назад (кратеры Попигай и Чесапик-Бей) (Земля и Вселенная, 1998, № 1; 1998, № 2; 1999, № 3).

Вторая глава – **“Малые планеты – астероиды”**. Орбиты некоторых из них пересекаются с земной. Такие астероиды потенциально способны столкнуться когда-нибудь с нашей планетой. Несмотря на убыль, их число остается неизменным: на место столкнувшихся поступают новые из главного пояса, лежащего между Марсом и Юпитером. Впрочем, до 2100 г. ни один из известных астероидов, сближающихся с Землей, не подойдет к ней ближе, чем Луна.

Третья глава – **“Кометы: старейшие жители Солнечной системы”**. Короткопериодические кометы, как и известные астероиды, можно держать под постоянным наблюдением. Долгопериодические кометы появляются внезапно. Так, две самые известные кометы последнего времени, Хиакутаки и Хейла-

Боппа, были обнаружены за 2 и 14,5 месяца до прохождения перигелия. Такие кометы особенно опасны, ведь скорости их соударения могут достигать 72 км/с, в несколько раз превышая скорость встречи с астероидами, а масса может быть весьма значительной. Не исключено, что временами бывали резкие увеличения потоков комет во внутреннюю область Солнечной системы (кометные ливни).

В четвертой главе, **“Метеороиды, мини-кометы и межпланетная пыль”**, рассказывается о самых малых телах Солнечной системы и приведены оценки частоты столкновений небесных тел с Землей. Удары, при которых выделяется энергия от 1 до 10 Мт тротилового эквивалента, случаются примерно раз в 100 лет. Удары с энергией порядка  $10^6$  Мт, способные вызвать глобальную катастрофу, – раз в несколько сотен тысяч лет. А катастрофы, приводящие к смене геологических эпох и смене биоты (например, вымирание динозавров), – раз в несколько десятков миллионов лет.

Пятая глава – **“Проявления и последствия падения небесного тела на Землю”**. Здесь освещается теория прохождения крупных космических тел в атмосфере и столкновения их с поверхностью Земли. Небесное тело размером до 10 м теряет свою скорость и вещество в атмосфере. Остаток его может выпасть на Землю (метеорит). Начиная с размера 30-50 м тела способны произвести разрушения на площади в десятки и сотни квадратных километров. Энергия удара сравнима со взрывом ядерной бомбы от 10 Мт. Катастрофу такого рода можно назвать **локальной**. Небесное тело диаметром от нескольких сот метров до 1,5 км прошивает атмосферу, почти не потеряв скорости, и врывается в поверхность с огромной энергией. Разрушения и пожары способны охватить миллионы квадратных километров – это **региональная** катастрофа. Падение в океан астероида диаметром 1 км вызовет волну цунами, способную опустошить континенты на расстоянии 100-200 км от берега. С некоего порогового значения ( $2 \times 10^4$  Мт)

последствия столкновения охватывают весь земной шар – наступает катастрофа **глобальная**. Помимо прямых разрушений имеют значение и побочные эффекты: выброс мелкодисперсной пыли в атмосферу, образование окислов азота в атмосфере, последующее резкое потепление. Все это может привести к гибели значительной части биосферы.

К счастью, падения особо крупных объектов на поверхность Земли очень редки. За всю письменную историю человечества пострадало от падения камней с неба не так много людей. Один пример все же достаточно впечатляет: в 1490 г. в Китае от удара метеорита погибло до 10 000 человек. Во всех остальных случаях – не более 100. Между тем риск гибели отдельного человека от космической катастрофы в течение года сопоставим с риском погибнуть от несчастного случая. Люди способны предвидеть катастрофу и принять действенные меры по её предотвращению. Этому посвящены две последние главы книги.

В шестой, **“Обнаружение и наблюдение опасных небесных тел”**, описаны методики, применяемые при наблюдениях комет и астероидов. В настоящее время в некоторых странах разработаны и осуществляются программы поиска и наблюдений небесных тел, сближающихся с Землей. Столкновения с такими объектами могут быть вычислены на много лет вперед.

Одна из основных задач астрономов – мониторинг опасных объектов, т.е. обнаружение **всех** подходящих к Земле объектов и непрерывное слежение за ними. Другая важная задача – обнаружение “случайных” объектов непосредственно на подлётной траектории. Здесь понадобится вывести на орбиту нескольких специализированных космических телескопов, которые должны работать в режиме базисных наблюдений в комплексе с наземными станциями.

Можно сказать, что космические катастрофы переведены “из класса непредсказуемых в класс предсказуемых и предвычисляемых”. В седьмой главе, **“Возможность предотвращения**

**катастрофических падений небесных тел**", приводятся примеры многих уже предложенных вариантов защиты Земли от астероидно-кометной опасности. Применение тех или иных методов зависит, в первую очередь, от времени между обнаружением объекта (точнее, моментом принятия решения о противодействии) и его подлетом к Земле. Если остается порядка суток, придется запустить ракету-перехватчик с ядерным зарядом. При времени от 40 сут до года ядерные бомбы можно использовать без опасения, что они принесут вред Земле. И уничтожать объект уже не обязательно, достаточно отклонить его от опасной траектории. Если же столкновение с Землей астероида должно произойти через год, то наиболее предпочтительный метод – плавно изменить его орбиту.

Уже проведены достаточно надежные расчеты для необходимой мощности бомбы при дистанционном, контактном и заглубленном (в породу астероида) взрыве. К примеру, контактный взрыв мощностью в 1 кт тротилового эквивалента не разрушает астероид диаметром 1 км, но изменяет его скорость на 15 см/с. Этого достаточно, чтобы он прошел мимо "цели", если взрыв произведи за несколько лет до сближения с Землей. Так можно отклонить астероид до 45 км диаметром, но пона-

добятся заряды мощностью до 100 Мт. Если все же придется взрывать астероид, нужно это делать так, чтобы его фрагменты рассыпались в пространстве и были достаточно малы. Поэтому важно знать размер, форму, плотность, прочность астероида и, тем более, кометы. Предполагается впереди ракеты-перехватчика посылать другую, ракету-навигатор, для получения информации о небесном теле.

Отклонить астероид с орбиты можно доставленными на него ракетными двигателями. Предложены и другие варианты противодействия: искусственно создать на пути опасного объекта облако из жидких или твердых частиц, воздействовать на него мощным лазерным лучом или СВЧ-излучением и даже "стукнуть" по нему другим астероидом, меньшего размера.

Понадобится пересмотр некоторых международно-правовых норм. К примеру, если бы сейчас Россия разрушила приближающийся к Земле астероид и его фрагменты упали на территории других стран, то Россия была бы обязана возместить все убытки. Очевидно, что "система защиты Земли должна опираться на весь опыт, накопленный человечеством, и иметь международный статус".

*В.А. ЮРЕВИЧ,*

*кандидат физико-математических наук*

## Информация

### **Призыв Фонда сохранения станции "Мир"**

**Россияне!**

**Все люди планеты Земля, кому дороги общечеловеческие ценности и прогресс в освоении космического пространства на благо мира и процветания всего человечества!**

**Своими пожертвованиями обеспечим гарантированное финансирование полета, спасем и сохраним космическую станцию "Мир"! Вдохнем в нее вторую жизнь!**

*Адрес фонда: г. Москва, ул. Старая Басманная, д. 16/1, стр. 5.  
Тел.: 267-71-48, тел./факс: 261-20-79, 210-80-76.*

*Реквизиты фонда: Народный благотворительный фонд  
сохранения космической станции "Мир"  
ИНН 5050028642*

*Р/С № 40703810100020106000 в ОПЕРУ Сбербанка РФ  
К/С № 30101810400000000225  
БИК 044583225*

## Июль-ноябрь 1999 г.

Вторая половина 1999 г. была "богата" на разрушительные, катастрофические землетрясения в самых разных регионах земного шара. В июле-ноябре 1999 г. отделом срочного оповещения о сильных и ощутимых землетрясениях Геофизической службы РАН обработана информация о **520** землетрясениях.

По-прежнему исключительно активен **Тихоокеанский сейсмический пояс**, на долю которого пришлось **216** землетрясений (Алеуты, Япония, Индонезия, Филиппины, Марианские острова, острова Тонга, Новые Гебриды). В другом районе высокой сейсмичности — альпийском поясе, протянувшемся от Средиземноморья на восток через Турцию, Иран и северную Индию, — зафиксировано 128 землетрясений: в Центральной и Южной Америке, в районах Срединно-Атлантического хребта и прилегающих акваториях — более 40.

Сильнейшими, потрясшими мир в буквальном и переносном смысле, были землетрясения **в Турции** 17 августа (магнитуда  $M = 7.5$ ) и 12 ноября 1999 г.

( $M = 7.2$ ). Эпицентр первого находился близ промышленного города Измит в 80 км восточнее Стамбула (Земля и Вселенная, 1999, № 6). Погибло более 20 тыс. человек, около 50 тыс. насчитывается пострадавших, повреждено более 17,5 тыс. жилых строений. Подземные толчки силой 2-3 балла ощущались на большой территории, в том числе и в южных городах России, в Молдавии и на Украине. Но это было только первое крупное сейсмическое событие в этом регионе.

Через 3 месяца (12 ноября) катастрофа в Турции повторилась. Ее эпицентр находился вблизи города Дюздже, в 200 км от Анкары. Землетрясение ощущалось и в Стамбуле, а также в Молдавии и по всему Черноморскому побережью Крыма (2-3 балла). По данным ИТАР ТАСС на 17 ноября 1999 г., в Турции 550 человек погибли и 3300 получили ранения, в эпицентре стихийного бедствия разрушено 715 домов. Накануне в районе Мраморного моря и в центральной части Турции ощущался предварительный толчок

(форшок) с  $M = 5.7$ . Уже тогда пострадало около 160 человек.

7 сентября 1999 г. произошло землетрясение вблизи столицы **Греции** с эпицентром в 20 км северо-западнее Афин. Магнитуда была не столь велика ( $M = 5.9$ ), однако по последствиям его также можно отнести к катастрофическим событиям. По данным ИТАР ТАСС, погибло более 140 человек, ранено не менее 2 тыс. человек, свыше 100 тыс. остались без крова. Наибольшие разрушения наблюдались в столичном районе Атика, где серьезно пострадало более 100 зданий, искорежены автомобили, разбиты витрины магазинов. Во многих районах была прервана телефонная связь, прекращена подача электроэнергии и воды.

Как и в августе, 20 сентября весь мир потрясло известие о трагедии на острове **Тайвань**, где в 21 ч 47 мин московского времени произошло сильное землетрясение ( $M = 7.7$ ), сопровождавшееся множеством афтершоков (Земля и Вселенная, 2000, № 1). Сейсмическая стихия еще долго сотря-

сала остров. В течение 2 месяцев зарегистрировано более 12 тыс. афтершоков. Большую тревогу у властей острова, по сообщениям тайваньской печати, вызвали участвовавшие случаи самоубийств среди тех, кто остался без крова и лишился своих семей. Для оказания психологической помощи пострадавшим от стихии на остров прибыли члены международной организации "Врачи без границ", получившей недавно Нобелевскую премию Мира. Тайваньские власти планируют запретить строительство зданий вблизи образовавшейся 80-км линии разлома.

Остров Тайвань находится в сейсмически активном Тихоокеанском поясе, где сталкиваются участки земной коры зоны Тихого океана и Евразии. Здесь неоднократно происходили землетрясения. Вспомним крупнейшие из них за последние 100 лет.

6 ноября 1904 г. ( $M = 6.4$ ), погибло 145 человек; 17 марта 1906 г. ( $M = 7.1$ ) – 1258; 11 апреля 1935 г. ( $M = 7.1$ ) – 2076; 17 декабря 1941 г. ( $M = 7.1$ ) – 358; 18 января 1964 г. ( $M = 6.5$ ) – 106; 14 ноября 1986 г. ( $M = 7.8$ ) – 15 человек.

Мощное землетрясение произошло 30 сентября в Мексике ( $M = 7.4$ ). Больше всего в результате стихийного бедствия пострадал южный штат Оахака, близ Тихоокеан-

ского побережья которого (в 800 км от столицы страны) находился эпицентр. В течение нескольких минут подземные толчки разной мощности ощущались на территории 9 штатов на юге и в центральной части республики. Особенно сильно пострадал город Пуэбло, расположенный восточнее Мехико: 29 человек погибли, 200 ранены, более 5 тыс. жителей остались без крова, повреждено почти 6 тыс. зданий. Это землетрясение – самое мощное в Мексике с 1985 г. В результате серии сильных подземных толчков погибло более 5 тыс. человек и многие районы Мехико были разрушены.

Как распределялись сейсмические события в России? Дальневосточный регион – 74 землетрясения, Байкальский – 25; Северо-восточный – 13, Кавказский – 11. Неожиданно появление в этом ряду Арктики: с января по декабрь 1999 г. 32 подземных толчка с магнитудой 5-6 баллов зарегистрировано в обычно спокойном Северном Ледовитом океане, к северу от архипелага Северная Земля.

К категории ощутимых можно отнести в России 62 землетрясения. Как правило, их магнитуда не превышала 5.0. Зарегистрированы они на Камчатке, Сахалине, Курильских островах, Байкале и в Дагестане.

Наиболее заметным на

территории России было землетрясение в 50 км от г. Ставрополя. Оно произошло 19 октября 1999 г. в 22 ч 18 мин московского времени ( $M = 4.3$  по шкале Рихтера). Поскольку глубина залегания очага была небольшой (около 10 км), землетрясение, несмотря на малую магнитуду, ощущалось на всей территории Ставропольского края. Наибольшие толчки – до 6 баллов.

Ставропольское поднимание – единственный участок сейсмически пассивной Скифской плиты, где происходили и происходят ощутимые землетрясения силой до 6-7 и даже 8 баллов (как в 1971 г.).

По-прежнему Геофизическая служба РАН публикует на странице Web-сервера (<http://www.ceme.gsras.ru>) основные параметры землетрясений в режиме срочного оповещения. Для каждого из них приводятся станционные данные из сводной обработки, а для наиболее приметных событий – сведения о проявлениях землетрясений на поверхности: о разрушениях и количестве пострадавших.

*О.Е. СТАРОВОЙТ,  
кандидат физико-математических наук  
Л.С. ЧЕПКУНАС,  
кандидат физико-математических наук*

*Геофизическая служба РАН,  
г. Обнинск*

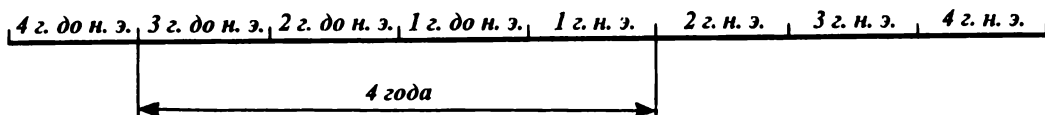
## Живем ли мы уже в XXI веке?

Многие люди в разных странах мира пышно отметили начало XXI в. (и III тысячелетия) в ночь с 31 декабря 1999 г. на 1 января 2000 г. Но, как говорится, поторопились, однако! Потому что пора бы знать всем: 1 января 2001 года – начало XXI в. Именно эту дату ученые многократно сообщали в различных средствах массовой информации и, конечно, в научно-популярных журналах

*Интересно, что думает о начале XXI в. эта, весьма "продвинутая" семейка, отдыхающая на природе в канун III тысячелетия (карикатура из журнала "Ньюсуик", США)*

("Наука и Жизнь", "Земля и Вселенная", "Звездочет" и др.). Но несмотря на это, неразбериха продолжалась и продолжается, и элементарная ошибка, широко разрекламированная средствами массовой информации, сделала свое дело. Даже вроде бы весьма интеллигентный "непутевый" тележурналист Дмитрий Крылов много раз осенью прошлого года напоминал своим телезрителям, что до конца XX в. остается несколько месяцев, и приглашал их в связи с наступлением нового века совершить в конце декабря 1999 г. кругосветное путешествие на самолете (под ко-





*Исторический (хронологический) счет годов. В нем нулевой год отсутствует*

довым названием "Большая прогулка"... Думаю, что столь "грамотная" реклама свое дело сделала и "Большая прогулка" состоялась. Я звонил на ТВ, пытаюсь объяснить Д. Крылову его ошибку, но меня с ним даже не соединили, а по оставленному мной телефону журналист позвонить не соизволил...

Учитывая сказанное, хотелось бы еще раз вернуться к сути этого простого вопроса. Прежде всего, несколько слов о происхождении понятия "новая эра", в которой мы живем. Придумал ее в 525 г. папский архивариус Дионисий Малый, а счет в ней ведется от "рождества Христова". Нововведение Дионисия позволило усовершенствовать технику расчета даты Пасхи. Если вас интересуют подробности этого или вы захотите узнать, почему начало новой эры отнесено именно к выбранному году, обратитесь к книге профессора И.А. Климишина "Календарь и хронология" ("Наука", 1985).

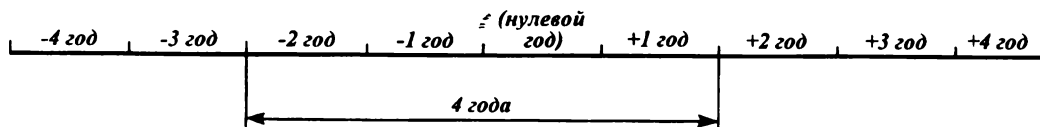
Нередко встречаемое обозначение AD – аббревиатура латинских слов Anno Domini ("год Господа"). Но обычно просто говорят о том или ином годе "нашей эры". В XVIII в. уже стали говорить и о годах до "нашей эры" (a.D. – ante Deum – "до Господа"). Согласно Диони-

сию, Христос родился 25 декабря 753 г. (от основания Рима), а новую эру он предложил начать несколько позже (1 января 764 г. – "1 год Года Господня). Не будем здесь обсуждать эту небольшую и вполне понятную "вольность" монаха, а также вопрос о годе рождения Спасителя. Подчеркнем другое: данный хронологический (или исторический) счет времени имеет важную особенность. Первый год до нашей эры (1 г. до н.э.) вплотную примыкает к первому году нашей эры (1 г. н.э.). Между ними не оказалось промежутка в виде нулевого года. Вряд ли вы когда-нибудь слышали о событии, происходившем в 0 году. Итак, получается, что 1 января 1 г. н.э. наступило сразу же после 31 декабря 1 г. до н.э.

Но если нулевого года нет, то годы считают, как какие-либо предметы: 1, 2...9, 10; 1, 2 ...99, 100; 1, 2 ...999, 1000 и т.д. Ясно, что 10, 100 и 1000 относятся соответственно к первому десятку, первой сотне, первой тысяче. Аналогично 2000 замыкает собой вторую тысячу, а 2001 – начало третьей тысячи. Естественно, 1 января 2001 г. станет первым днем XXI в. и III тысячелетия. Поднять бокал шампанского за наступающий новый век нужно будет, следовательно, в 24 часа 31 декабря 2000 г. Мы не обольщаем себя мыслью о том, что все так и произойдет. Вероятнее всего, многие будут встречать новый век дважды: 31 декабря 1999 г. и 31 декабря 2000 г.!

Собственно говоря, Дионисий не виноват в отсутствии нулевого года. Ведь

*Астрономический счет годов (с нулевым годом). Сравнив этот рисунок с предыдущим, легко понять "правило Кассини"*



в то время, когда он жил, в европейской математике нулем не оперировали. И хотя символ нуля существовал очень давно в некоторых странах, его строгое определение обычно приписывают индийским и арабским математикам VII-VIII веков. Но наша хронология так и осталась без нулевого года.

Известно, что отсутствие нулевого года в хронологическом счете времени иногда приводит к ошибкам при определении интервалов времени между событиями, которые происходили до нашей эры и в нашей эре. Например, вспомним, что в 71 г. до н.э. римская армия под руководством Красса подавила восстание Спартака. В каком году исполнилось 2000 лет этому событию? Чтобы правильно ответить на этот вопрос, надо учесть, что к 1 г. н.э. прошло 70 лет со времени разгрома восставших рабов. Поэтому 2000-летие пришлось на 1930 год. Общее правило (его называют "правилом Кассини" в честь известного французского астронома Жака Кассини (1677-1756) состоит в том, что при вычитании число года до нашей эры уменьшается на единицу. 71 год до н.э. – это "минус 70 лет" в астрономическом счете времени. Поэтому интервал времени между 1930 г. н.э. и 71 г. до н.э. составляет  $1930 - (-70) = 2000$  лет.

Имеет смысл напомнить некоторые примеры ошибочных расчетов. Так, в 1937 г. в некоторых странах Западной Европы отмечали 2000-летие со дня рождения римского императора Августа (63 г. до н.э. – 14 г. н.э.), внучатого племянника Цезаря, прославившегося своей победой при Акции и завершением 8-летней гражданской войны. Очевидно: с юбилеем несколько поторопились и отметили его на год раньше. А в 1945 г. на столько же поторопились отметить 2000-летие со дня смерти римского поэта и философа Тита Лукреция Кара (он умер в 55 г. до н.э.). В том, что в приведенных примерах действительно были допущены ошибки, теперь легко может убедиться любой наш читатель.

Но, возвращаясь к основной теме этой заметки, попытаемся "утешить" читателей тем, что 100 лет назад была примерно такая же неразбериха с началом XX в. Тогда одни тоже, поторопившись, отметили праздник в ночь с 31 декабря 1899 г. на 1 января 1900 г., а другие, которых, по видимому, было большинство, – в ночь с 31 декабря 1900 г. на 1 января 1901 г. История, как видим, повторяется, ее уроки обычно редко усваиваются и быстро забываются...

*Е.П. ЛЕВИТАН*

## *Информация*

### **Из подводного вулкана родился "остров-призрак"**

Вдоль тропического архипелага Тонга протянулась подводная вулканическая дуга Тофуа. В ее составе – довольно крупный безымянный стратовулкан, местами поднимающийся почти до морской поверхности.

8 января 1999 г. вооруженные силы Королевства Тонга обнаружили в открытом море, в южной части Тихого океана, подозрительный столб дыма. Через четверо суток неболь-

шой самолет произвел аэрофотосъемку, которая показала, что среди моря появился отсутствующий на карте остров. Его окутывали облака пара, мешавшие наблюдению.

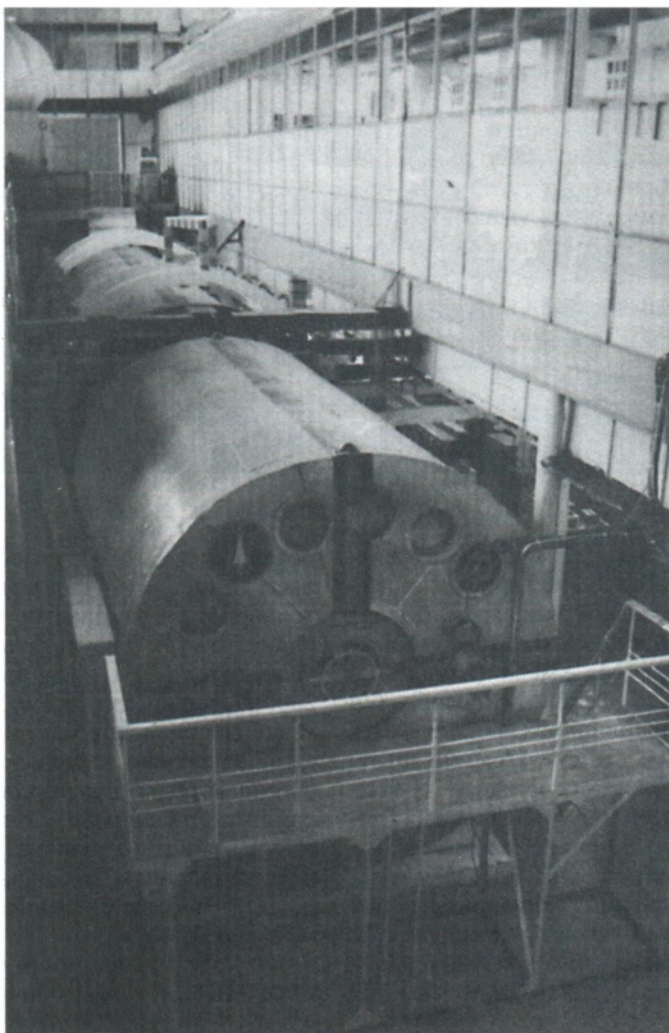
Самолет все же спустился до высоты 150 м, и за 4 часа было сделано несколько фотоснимков. Размеры островка – 200-300 м в длину и 30-40 м в ширину. Казалось, что остров колеблется: то поднимается над уровнем моря (примерно на 13 м), то снова погружается в воду. Из небольшой расселины в свежем конусе, сложенном, очевидно, вулканическими породами, изливалась раскаленная лава.

Бурная подводная активность продолжалась до 14 января. Затем все успокоилось, а остров исчез, как будто его и не было. Осталась сравнительно мелководная банка с глубинами от 300 до 400 м. Вода над ней была покрыта слоем пепла, вокруг плавало множество обломков пемзы. Ранее вулканическая активность подводных гор отмечалась в августе 1911 г. и в июле 1923 г., причем во втором случае облака пара вздымались на многие десятки метров.

Smithsonian Institution Bulletin  
of the Global Volcanism network,  
1999, 24, 5

### Эксперимент по космической медицине

По поручению Российского авиационно-космического агентства в Институте медико-биологических проблем (ИМБП) проведен эксперимент имитации длительного полета космонавтов на Международной космической станции (МКС). В эксперименте, получившем название **“СФИНКС-99”** (Simulation of Flight of International Crew on Space Station – моделирование полета международного экипажа на космической станции), определялась степень влияния монотонных условий существования экипажа МКС на его работоспособность и функциональное состояние различных систем организма. В ходе эксперимента изучалось влияние продолжительной изоляции экипажа в герметически замкнутом пространстве – двух установках ИМБП, близких по габаритам и устройству к модулям МКС. Всесторонне исследовался организм испытуемых – состояние их высших психоэмоциональных, биохимических и иммунологических функций, кардиореспираторной системы, взаимосвязь между иммунитетом и микрофлорой станции, водно-солевой обмен и другие особенности. Руководитель проекта – первый заместитель директора ИМБП профессор В.М. Баранов.



Эксперимент начался 2 июля 1999 г. и продолжался до 22 марта 2000 г. В нем участвовали три основных экипажа по четыре человека и два экипажа посещения по 3–4 человека. Испытуемые размещались в двух установках наземного комплекса Института, моделирующих российский сегмент МКС и модули других стран. Длительность пребывания в одной из установок (объемом 100 м<sup>3</sup>) первого экипажа – В.Ю. Лукьянюк,

Одна из установок ИМБП – модуль “Марсолет”, в котором проводился эксперимент “СФИНКС-99”

В.В. Караштин, А.Ю. Мурашов и Х.В. Хабихожин (Россия) – составила 240 сут. Через 28 сут после начала эксперимента в другой установке – модуле “Марсолет” (объемом 200 м<sup>3</sup>), приступил к работе второй экипаж – Б. Йоханнес (ФРГ), И.А. Ничипорук, Е.В. Бобровник и В.И. Сапоньков



*Центр управления и контроля  
за проведением медико-биоло-  
гических исследований*

(Россия). Ему на смену 3 декабря 1999 г. прибыл третий основной экипаж – Н. Крафт (Австрия), Д. Лапьер (Канада), М. Умеда (Япония) и Д.Г. Саенко (Россия). Он выполнил задания в течение 110 сут. Помимо штатной программы, третий экипаж испытывал японскую телекамеру высокого разрешения HDTV и российский тренажер нового поколения. Комплексный тренажер с компьютерным управлением ТКМ-1, разра-

ботанный в ИМБП, позволяет проводить силовые тренировки космонавтов и оценивать их результаты. Испытатели до февраля 2000 г. выполнили тестирование медицинских материалов (защитные респираторы, электроды для регистрации кардиограмм, эластичные бинты и повязки), предоставленных международной производственной компанией “ЗМ”.

В ходе эксперимента “СФИНКС-99” изучались

психофизиологические особенности и адаптационные процессы в условиях искусственной среды обитания нескольких взаимодействующих экипажей, работающих по самостоятельным программам. Оценивались надежность и эффективность систем управления полетом, аппаратуры и методов исследований, предполагаемых для использования на МКС.

Каждая из экспедиций посещения работала по семь суток в блоке “Марсолет”, где находились второй и третий основные экипажи. Ежемесячно выполнялась операция шлюзования, имитирующая стыковку транспортных грузовых кораблей “Прогресс”. После 138-сут “полета” первого основного и выхода из изоляции второго основного экипажей было проведено их медицинское и психофизиологическое тестирование для контроля изменений состояния здоровья испытателей.

Впервые в проведении российского эксперимента участвуют космические агентства CSA, ESA и NASDA, а также научные



*Первый и второй основной экипажи эксперимента. Сидят: В. Лукьянюк, Е. Бобровник, Б. Йоханнес, Х. Хабихожин и А. Малкус (первый экипаж посещения); стоят: А. Мурашов, В. Караштин, Т. Агапова (первый экипаж посещения), И. Туровский (первый экипаж посещения), В. Сапоньков и И. Ничипорук*

организации России, США, Канады, Норвегии, Франции, Чехии и Японии. Испытатели-добровольцы прибыли из Австрии, Канады, ФРГ, Франции и Японии. Выполнено более 85 медико-биологических экспериментов (клинико-физиологические, биохимические, иммунологические, санитарно-гигиенические, микробиологические, биологические и операционно-технологические), подготовленных учеными Германии (6 экспериментов), Канады (2), Норвегии (3), России (48), США (2), Чехии (2) и Японии (22).

После проведения эксперимента "СФИНКС-99" будет обработана информация и к концу 2000 г. подготовлен отчет.

Этому эксперименту предшествовала подготовительная работа. В 1997-98 гг. Институтом разрабатывалась медико-биологическая аппаратура, предназначенная для совершенствования существующей системы медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов. Комплексная апробация новых методов и аппаратуры в условиях, моделирующих наиболее сложные периоды функционирования экипажа МКС, позволит сделать окончательный вывод об их эффективности.

В перспективе результаты эксперимента помогут точнее прогнозировать закономерности процесса адаптации космонавта на орбитальной станции. До

конца не изученными факторами является совместная деятельность и общие экипажей, различающихся по национальному признаку, сроку пребывания на орбите, выполняющих различные программы и размещающихся в изолированных модулях МКС.

Для работы на Международной космической станции, создаваемой космическими агентствами России, США, ESA и Японии, формируется группа космонавтов разных стран, которые будут выполнять эксперименты в соответствии со своими национальными программами.

*С.А. ГЕРАСЮТИН*

*Фото автора*

## *Информация*

### **ФОРС – инструменты-близнецы**

Первым рабочим инструментом, установленным на первом зеркале Очень Большого Телескопа (ОБТ) Европейской Южной Обсерватории на горе Параналь в Чили, был ФОРС-1 (Focal Reducer and Spectrograph) (Земля и Вселенная, 1999, № 1). 29 октября 1999 г., только через два дня после установки в касегреновском фокусе второго зеркала ОБТ (KUEYEN), наступил "первый свет" аналогичного инструмента – ФОРС-2. (Четыре 8,2-м зеркала ОБТ получили имена, которые на языке индейцев мапуче, коренных обитателей плато Атакамы, означают:

ANTU – Солнце, KUEYEN – Луна, а для двух еще не смонтированных зеркал уже есть названия: MELIPAL – Южный Крест, YUEPUN – Сириус.)

Построенный несколько позже ФОРС-2 усовершенствован по сравнению с первым экземпляром. Например, с помощью специального устройства (Mask Exchange Unit) он способен получить спектры до 70 небесных объектов одновременно. Вместо поляриметрической оптики поставлена дополнительная решетка, позволяющая достичь более высокого спектрального разрешения. ПЗС-матрица поля зрения ФОРСов содержит 2048 × 2048 светочувствительных элементов – пикселей.

В числе первых объектов исследования ФОРС-2 – протозвезда HH-34 в Орионе, туманность N70 в Большом Магеллановом Облаке и известная Крабовидная туманность

(M1) в Тельце (Земля и Вселенная, 1982, № 3). Снимки пульсара в центре "Краба" получены уникальным способом, позволяющим исследовать вариации блеска на очень коротких временных масштабах вплоть до 25 нс (0,000000025 с). Впрочем, при исследовании блеска этого пульсара было применено меньшее разрешение. В ходе экспозиции (2,5 с) свет пульсара попадал последовательно на каждый из 2048 пикселей одного ряда, задерживаясь на каждом на 1,2 мс. За это время произошло 6 пульсов (и 6 интерпульсов) излучения, тонкая структура которых была зафиксирована прибором. Используемый метод позволит детально исследовать быстрые вариации блеска многих других объектов.

ESO Press Release, 17/99,  
17 November 1999

### Наблюдения с дрейфующего ледокола

Американо-канадская экспедиция "SHEBA" ("Surface Heat Budget of the Arctic Ocean") – "Изучение теплового баланса Ледовитого океана") повторила опыт Фритьофа Нансена, проводившего в 90-х гг. XIX в. научные исследования с дрейфовавшего во льдах "Фрама". Канадский ледокол "De Groesseilliers" в октябре 1997 г. начал дрейфовать в море Бофорта (вместе с прочной льдиной толщиной более 1 м), находясь в точке с координатами 85° с.ш. и 142° з.д. к северу от поселков Туктояктук и Прадхо на Аляске.

Основная задача экспедиции – сбор данных о полярной метеорологии, климатологии, физической океанографии и гляциологии для решения комплексных проблем, связанных с взаимодействием атмосферы, океана и дрейфующего льда в малоизученных районах Арктики.

В нескольких сотнях метров от судна на льду была построена металлическая башня высотой 20 м, на разных уровнях которой раз-

мещались радиометры, измеряющие потоки излучения, поступающего к поверхности льда и отраженного от нее. Рядом с башней установлены приборы для измерения мельчайших турбулентных воронкообразных вихревых потоков в близлежащем воздушном пространстве, скорости ветра и теплового потока, идущего к поверхности льда и от нее. Рядом – площадка для запуска привязных метеобаллонов в форме дирижабля и шаров-зондов, поднимающихся на высоту более 20 км и предназначенных для изучения физических свойств облачного покрова.

На палубах ледокола действовали радио- и лазерные локаторы, фиксирующие насыщенность облаков не только влагой в жидком виде, но и частицами льда. Локаторы регистрировали их на высоте 5-6 км при ясном небе. Все эти измерения коррелировались с теми, что производились при помощи самолетов и ИСЗ.

Благодаря исследованиям была создана компьютерная модель климата, значительно уточняющая картину радиационного баланса. Наличие или отсутствие облаков, их высота, структура и состав (жидкая влага или лед) могут

решительным образом сказываться на температуре подстилающей поверхности.

В другой части палаточного лагеря, рядом с ледоколом, во льду были пробурены скважины, через которые опущены приборы, измеряющие соленость и процессы теплообмена между верхним слоем воды океана и льдом толщиной 150 м. Регистрировались существующие на глубине 4-8 м турбулентные воронки, велось акустическое зондирование верхнего слоя океана.

Гляциологические наблюдения проводились в специальных пунктах, размещенных в радиусе 5 км от ледокола. Исследовались различные типы льдов, их отражательная способность (альбедо), процессы теплообмена через лед между океаном и атмосферой. Неожиданно высоким оказалось альбедо льда, находящегося под снежным покровом.

В сентябре 1998 г., когда ледокол находился в районе 80° с.ш. и 162° з.д., экспедиция завершилась. Результаты наблюдений будут обрабатываться в научно-исследовательских учреждениях США и Канады.

New Scientist, 1998, 159, 32

### Великие озера теряют воду

Международная комиссия по изучению системы Великих озер Северной Америки, состоящая из гидрологов Канады и США, установила, что в 1999 г. резко понизился уровень воды в этом крупнейшем водоеме на Земле. Хотя и прежде происходили существенные колебания уровня воды, в минувшем году их масштаб был наибольшим за все время наблюдений. Специалисты объясняют это явление необычной жарой летом 1999 г., сильным испарением и тем, что количество осадков было за-

метно ниже среднего многолетнего уровня.

Более половины воды Великих озер сосредоточено в озере Верхнем, наиболее чистом из всех, т.к. на его берегах относительно мало промышленных предприятий. Практически единственный источник его загрязнения – атмосфера.

Уровень воды в оз. Верхнем, за 12 месяцев упавший лишь на 7,5 см, был на 22 см ниже среднего. За этот же период поверхность озер Мичиган и Гурон понизилась более чем на 60 см, чего ранее почти не наблюдалось. В середине июля 1999 г. уровень воды в этих озерах был ниже среднего многолетнего примерно на 30 см, в

озере Эри – на 53 см, в Онтарио – почти на 50 см.

Начиная с 1948 г. некоторое количество воды из оз. Мичиган ежегодно перебрасывается в русло р. Миссисипи, чтобы река оставалась судоходной. Но "отдаваемый" объем решением Верховного суда США строго ограничен. Протест жителей штатов, омываемых Великими озерами, недавно заставил одну канадскую компанию отказаться от планов экспортировать питьевую воду из этих акваторий танкерами в страны Восточной Азии и Среднего Востока. Канадское правительство запретило экспортировать питьевую воду и из других озер.

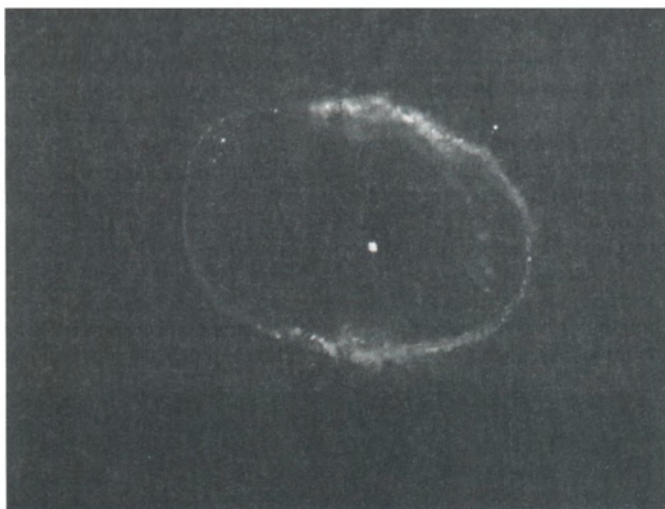
Science Times, 15.06.1999, p. 22

### “Хаббловское наследие”

Институт Космического Телескопа (STScI – Space Telescope Science Institute) начал новый проект, предназначенный не только для ученых, но и для широкой публики – Хаббловского наследства проект (Hubble Heritage Project). Речь идет о создании галереи красочных цветных изображений наиболее зрелищных небесных объектов.

Коллекция доступна специалистам и любителям астрономии по адресу в Интернете <http://heritage.stsci.edu/>

Одним из первых объектов галереи стала планетарная туманность NGC 3132 (Южное кольцо). Она находится в созвездии Насос, блеск 8,2<sup>m</sup>, угловой размер 1,4'. Это одна из ближайших к нам планетарных туманностей, расстояние



Планетарная туманность NGC 3132

до нее около 2000 световых лет. Размер ее – почти половина светового года. В центре изображения – две звезды. Одна – яркая белая, находится на ранней стадии эволюции. Другая – слабая (блеск 10,6<sup>m</sup>), расположена вверху справа от первой, – и есть источник планетарной туманности, не так давно бывшей оболочкой этой звезды. От нее продолжает ис-

текать поток газа на скорости 15 км/с. Излучение именно этой, очень горячей звезды, заставляет светиться газ планетарной туманности.

STScI Newsletter, V. 16, N 1,  
January 1999

## Информация

### Шкала астероидной опасности

Астроном Р. Бинзел (США) разработал шкалу астероидно-кометной опасности, подобную той, которой уже давно пользуются сейсмологи при оценке возможного ущерба от землетрясений. Автор стремился сделать ее понятной для широкой публики и потому привлек к составлению шкалы социологов, специалистов по общественной психологии и журналистов – популяризаторов нау-

ки. Р. Бинзел представил шкалу участникам симпозиума в Турине, и она получила название по имени этого итальянского города.

Потенциально опасные объекты делятся на 11 категорий, с учетом вероятности их столкновения с нашей планетой, размеров и геоцентрической скорости. К нулевой относятся те, о которых можно уверенно сказать, что они пролетят мимо, а также небольшие объекты, почти полностью сгорающие в атмосфере. Но уже первая категория заслуживает внимательного отслеживания орбит. К явно угрожающим отнесены 5-7-я категории, а астероиды 8-10-го уровней опасности неизбежно столкнутся с Землей, разница

в степени разрушений на ее поверхности.

Допускается перенос объектов из одной категории в другую. Так, некоторые вновь открытые малые планеты, поначалу отнесенные к опасным, в результате уточнения орбит были переведены в нулевую позицию шкалы.

Ряд известных астрономов посчитали Туринскую шкалу весьма полезной для классификации космических объектов, сближающихся с Землей, и для объяснения публике возможных последствий таких сближений (столкновений). В июле 1999 г. шкалу утвердил Международный астрономический союз.

Science, 1999, 285, 655

### Натриевый хвост Луны

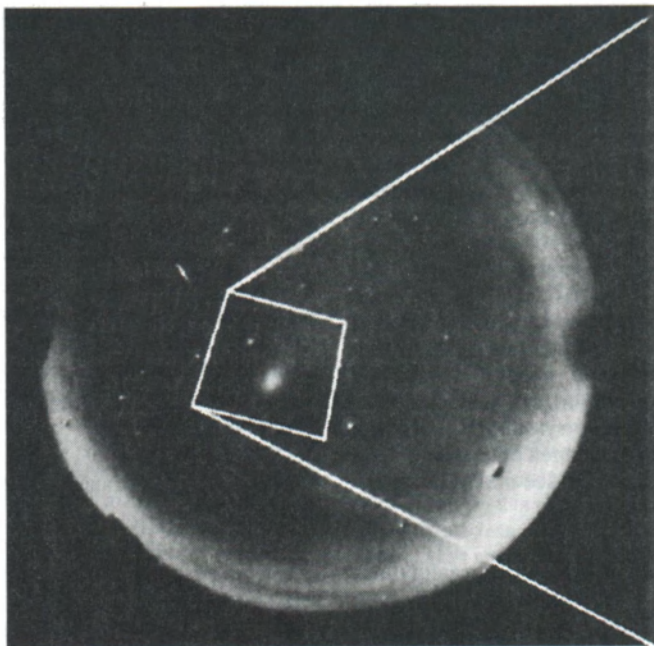
Астрономы Бостонского университета проводили наблюдения свечения ночного неба на обсерватории Макдональд в Техасе (США) вскоре после встречи Земли и Луны с метеорным потоком Леонид в ноябре 1998 г. В ночь наблюдений Луна была близка к но-

волунию. На снимках обнаружено светящееся пятно, излучающее в линиях натрия.

Сотрудник отдела космофизики Дж. Вильсон предложил следующее объяснение. Атомы натрия были выбиты из лунного грунта ударами метеороидов потока Леонид. Давление солнечного излучения направило их в сторону Земли, которая в дни, близкие к новолунию, находится вблизи линии Солнце – Луна. Через два дня они попали

в окрестность Земли. Здесь земное притяжение частично сфокусировало поток, поэтому после прохождения его мимо Земли внутри потока сформировался длинный узкий хвост. Его-то и обнаружили на снимках. Будь излучение в тысячу раз ярче, его можно было бы увидеть в безлунную ночь на небе невооруженным глазом, как желтое размытое пятно.

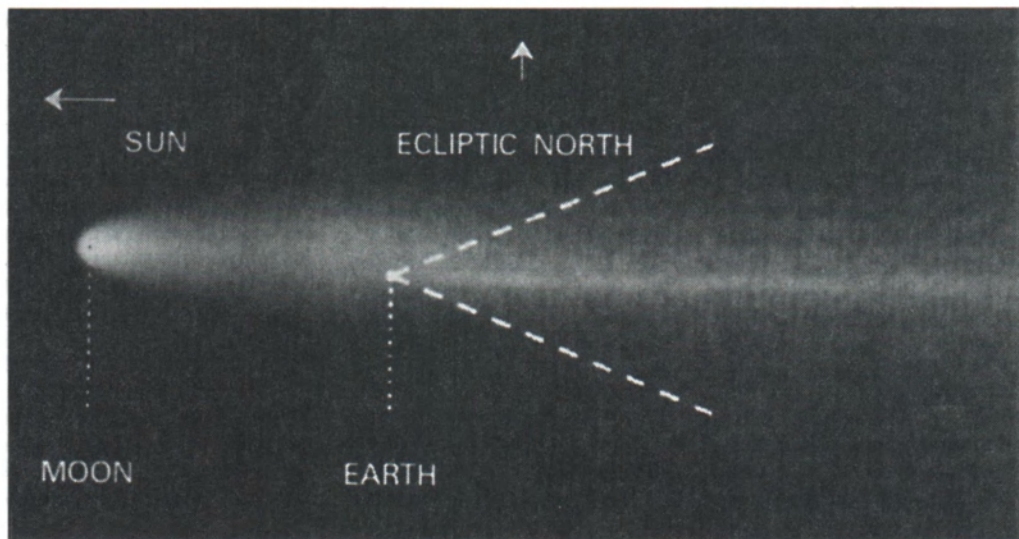
The Planetary Report, 1999, XIX, 5, 21



*Изображение небесной сферы со светящимся пятном, полученное камерой всего неба (поле зрения = 180°)*



*Рисунок, поясняющий происхождение пятна. От Луны исходит поток атомов натрия, внутри которого, после прохождения потока вблизи Земли, сформировался узкий луч повышенной плотности*



|                                                       |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|----|----|----|
| Ф.СП-1                                                | <b>АБОНЕМЕНТ</b>                                                  |                | 70336<br><small>(ИНДЕКС ИЗДАНИЯ)</small>                                                                               |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | на <del>газету</del><br><b>журнал</b>                             |                | Количество комплектов <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 40px; height: 15px;"></span> |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | <b>Земля и Вселенная</b><br><small>(наименование издания)</small> |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | на _____ год по месяцам:                                          |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | 1                                                                 | 2              | 3                                                                                                                      | 4                                     | 5                                                                                                                      | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|                                                       |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | Куда                                                              |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | <small>(почтовый индекс) (адрес)</small>                          |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | Кому _____<br><small>(фамилия, имя, отчество)</small>             |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | <b>ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА</b>                                       |                | 70336<br><small>(ИНДЕКС ИЗДАНИЯ)</small>                                                                               |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | ПВ                                                                | место          | ли-тер                                                                                                                 | на <del>газету</del><br><b>журнал</b> | Количество комплектов <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 40px; height: 15px;"></span> |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | <b>Земля и Вселенная</b><br><small>(наименование издания)</small> |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | Стои-мость                                                        | подписки       | _____ руб. _____ коп.                                                                                                  | Количество комплектов                 | <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 40px; height: 15px;"></span>                       |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       |                                                                   | пере-адресовки | _____ руб. _____ коп.                                                                                                  |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | на _____ год по месяцам:                                          |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | 1                                                                 | 2              | 3                                                                                                                      | 4                                     | 5                                                                                                                      | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|                                                       |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
|                                                       | Куда                                                              |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
| <small>(адрес)</small>                                |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |
| Кому _____<br><small>(фамилия, имя, отчество)</small> |                                                                   |                |                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                        |   |   |   |   |    |    |    |

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал "Земля и Вселенная" Вы можете с любого номера по "Объединенному каталогу Роспечати" во всех отделениях связи.

Подписной индекс – 70336.

## **Причина иссушения Африки**

Исследование ископаемой пыльцы показывает, что некогда на месте нынешней пустыни Сахары были обширнейшие луговые пространства, покрытые травами и кустарниками.

Время образования пустыни точно не определено, но судя по анализу растительной пыльцы можно полагать, что 6-7 тыс. лет назад наступил сравнительно непродолжительный аридный период. А спустя приблизительно 400 лет после него, около 4 тыс. лет назад, началась крупномасштабная засуха, приведшая к возникновению крупнейшей на Земле пустыни.

Историки полагают, что эти события и явились причиной исчезновения древнейших человеческих цивилизаций в Северной и Центральной Аф-

рике и переселения людей в долины Нила, Тигра и Евфрата, где цивилизации возродились. Столь резкие и значительные перемены в Северной и Центральной частях Черного континента до недавних пор не удавалось объяснить.

И вот немецкие ученые из Потсдамского института исследования климатических процессов и их последствий, возглавляемые климатологом Мартином Клауссеном, предложили свою гипотезу. Они обратили внимание на установленные астрометристами колебания оси вращения нашей планеты, подобные биению оси игрушечного волчка. За последние 3 тыс. лет наклон оси к плоскости экватора уменьшился с 24,14° до 23,45°. Этого оказалось достаточно для заметного похолодания летних сезонов в Северном полушарии.

М. Клауссен с коллегами ввели эти данные в составленную ими математическую модель палеоклиматологических явлений, охватывающую про-

цессы, происходившие в атмосфере, Мировом океане и растительном мире.

Обнаружилось, что в заданных условиях постепенно сокращается площадь растительного покрова. В результате происходит дальнейшее уменьшение осадков. Так, около 4 тыс. лет назад начался ускоряющийся процесс иссушения, сравнительно быстро охвативший почти всю Северную Африку вплоть до центральной ее части. Менее чем за четыре столетия засуха привела к гибели почти всей растительности.

Ознакомившись с этой теорией, видный американский палеоклиматолог Дж. Кутцбах из Университета штата Висконсин (США) нашел ее весьма убедительной и предположил, что она может быть использована в прогнозировании последствий идущего ныне глобального потепления.

Geophysical Research Letters,  
15.07.1999  
Sciences, 1999, **285**, 325

**Заведующая редакцией** Г.В. Матросова. **Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин.  
**Зав. отделом астрономии** В.А. Юревич. **Зав. отделом космонавтики** С.А. Герасютин.

**Художественные редакторы** М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.

**Литературный редактор** О.Н. Фролова.

**Мл. редактор** Л.В. Рябцева

**Корректоры:** В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова

**Номер оформили:** Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев

**Обложку оформила** М.С. Вьюшина

Сдано в набор 26.01.2000 Подписано в печать 06.03.2000 Формат бумаги 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Офсетная печать Уч.-изд. л. 10,6 Усл.-печ. л. 7,8 Усл. кр.-отт. 7,9 тыс. Бум. л. 3,0  
Тираж 1007 экз. Заказ № 3307

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91

Учредители: Президиум РАН, Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,  
Академиздатцентр "Наука"

Адрес издателя: 117864, Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117810 Москва, Мароновский пер., д. 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП «Типография "Наука"»; 121099 Москва, Шубинский пер., д. 6

